

Jahresbericht 2002

des
Institutes für Elektrische Energietechnik

TU Clausthal



Clausthal-Zellerfeld
April 2003

IEE-Bericht Nr. 13



Technische Universität Clausthal

Inhaltsverzeichnis

0	Vorwort	1
1	Lehre	3
1.1	Vorlesungen	3
1.2	Übungen, Praktika, Mentoring	6
1.3	Seminarvorträge	8
1.4	Studien- und Diplomarbeiten	8
2	Veröffentlichungen, Dissertationen	11
2.1	Zeitschriften- und Tagungsaufsätze, Patente /- anmeldungen	11
2.2	Vorträge / Seminare	13
2.3	Berichte, Technische Notizen	14
2.4	Geförderte Forschungsvorhaben	14
2.5	Veranstaltungen, Exkursionen, Gastaufenthalte	16
3	Forschungsarbeiten + Forschungsgebiete des Institutes	17
3.1	Ausbau der Institutseinrichtungen	17
3.2	Projektblätter	17
4	Personelle Besetzung	95
4.1	Hauptamtliche Mitarbeiter des Instituts	95
4.2	Nebenamtlich tätige Hochschullehrer bzw. Lehrbeauftragte	100
4.3	Wissenschaftliche Hilfskräfte	100
4.4	Mitgliedschaften in wissenschaftlichen Vereinigungen und in den Selbstverwaltungsgremien der Universität	101
5	Anlagen	102

0 Vorwort

Liebe MitarbeiterInnen, Freunde und Förderer des Institutes,

im 2. Jahr des neuen Jahrtausends hat der sich in den vorausgegangenen Jahren abzeichnende Trend einer Verschiebung der Anfängerzahlen in Richtung der Informationswissenschaften nicht fortgesetzt. Obwohl die Anfängerzahlen, TUC-weit, erneut leicht gestiegen sind, was auch auf einen noch höheren Ausländeranteil zurückzuführen ist (er liegt derzeit bei 24,5 %), sank die Erstsemesterzahl in der naturwissenschaftlichen mathematischen Fakultät ab. Damit ist die ingenieurwissenschaftliche Fakultät nach kurzer Atempause wieder die zahlenmäßig größere. Insbesondere ist die Gesamtzahl der StudentenInnen, im für das IEE wichtigen Studiengang Energiesystemtechnik zum erstenmal seit Einführung vor 6 Jahren über die Marke 100 gestiegen. Er liegt damit an 10. Stelle von 22 angebotenen Studiengängen mit leicht steigender Tendenz. Im Institut macht sich dies durch steigende Studienzahlen im Hauptstudium bemerkbar.

Wie bereits im letzten Jahresbericht angekündigt, wurde das Niedersächsische Hochschulgesetz am 01.10.2002 grundlegend verändert. Die Rektoratsverfassung der Technischen Universität Clausthal wurde nach 84 Jahren ihres Bestehens von einer Präsidialverfassung mit hauptamtlichen Präsidenten und Vizepräsidenten sowie zwei nebenamtlichen Vizepräsidenten abgelöst. Das operative Geschäft der TU Clausthal wird nun in erster Linie vom Präsidium geführt, welches von einem Hochschulrat (Aufsichtsrat) mit externen Mitgliedern begleitet wird. Der Senat hat legislative Funktionen, wie z. B. Beschließen der Grundordnung. Inwieweit sich diese Verfassung bewährt bleibt abzuwarten. Die neue Landesregierung hat schon eine Novelle in Aussicht gestellt.

Im IEE lief der geordnete Lehr-und Forschungsbetrieb auch im Jahr 2002 mit 15 wissenschaftlichen Mitarbeitern bzw. Doktoranden weiter auf Hochtouren. Die nächste "Doktorenwelle" steht aber schon vor der Tür, d. h. es können in nächster Zeit nur weniger MitarbeiterInnen werden. Aber auch hier sei uns eine Verschnaufpause gegönnt. Einzelheiten können wie immer dem Jahresbericht entnommen werden. Wenn Informationen fehlen, rufen Sie uns einfach

an - fernmündlich oder elektronisch - die Adressen finden Sie auf den Projektblättern oder im Internet unter www.iee.tu-clausthal.de.

Mit den besten Wünschen für das laufende Jahr 2003, einem Dank für Ihre Unterstützung in Lehre und Forschung und der Hoffnung auf ein Wiedersehen bei der 3. Technologietagung des IEE am 28.11.2003.

Mit freundlichen Grüßen

(Univ.-Prof. Dr.-Ing. H.-P. Beck)

1 Lehre

1.1 Vorlesungen

Die Studentenzahlen in den Fächern des Grundstudiums haben sich auf einem akzeptablen Niveau stabilisiert. Allerdings gab es im Wintersemester eine Teilnehmerspitze wegen der Verlagerung der Elektrotechnik vom 3. auf das 1. Semester für Informatiker. Daraus ergab sich erstmals seit 10 Jahren die Notwendigkeit, die Vorlesung zweimal anzubieten. Der IT-Boom ist vorüber. Wir merken das im Grundstudium bei den E.-Technik-Grundlagen I, denn nach Auffassung des Fachbereiches Mathematik und Informatik gehört zur Technischen Informatik auch das Fach Grundlagen der Elektrotechnik, weil sonst die Durchfallquoten bei der Technischen Elektronik zu hoch sind. Sicherlich eine einleuchtende Begründung.

Erfreulich sind die Studentenzahlen im Hauptstudium, denn Vorlesungen wie

- Theorie Elektromagnetischer Felder
- Energiesysteme
- Regenerative Elektrische Energietechnik

mit mehr als 20 Teilnehmern hat es am Institut bisher noch nicht gegeben. Wir freuen uns natürlich über den Zuspruch, auch wenn er mit mehr Arbeit verbunden ist.

Beck	Grundlagen der Elektrotechnik I/II (W 8800 / S 8801)	210
Beck	Elektrische Energietechnik (S 8803)	28
Beck	Regelung elektrischer Antriebe (W 8808)	7
Beck	Energieelektronik (S 8811)	15
Beck u. a.	Energiesysteme (W 8804)	30
Heldt	Sonderprobleme Elektrischer Maschinen (W 8805)	8
Wehrmann	Elektrische Energieverteilung (W 8812)	13
Wehrmann	Elektrische Energieerzeugung (S 8815)	15
Sourkounis	Regenerative Elektrische Energietechnik (W 8818)	25
Sourkounis	Regenerative Energiequellen (W 8822)	15
Mertig	Photovoltaik-Anwendungen (W 8820)	8
Maubach	Elektrizitätswirtschaft (S 8819)	18

Baake	Theorie Elektromagnetischer Felder (S 8817)	23
Wenzl	Batteriesysteme (W 8816)	5
Ludwig	Dynamische Systeme in Natur, Technik und Gesellschaft (S 8825)	11
Ludwig	Wissensmanagement (S 8827)	7

Insgesamt wurden im Verlauf dieses Jahres 330 Vor- und Hauptdiplomprüfungen von den prüfungsberechtigten Hochschullehrern bzw. Lehrbeauftragten des Institutes abgenommen. Alle Prüfungen wurden, der guten Tradition der TUC entsprechend, mündlich bzw. halbschriftlich (Grundlagen der Elektrotechnik I, II, mit Praktikum 287 Teilnehmer) abgenommen. Mündliche Prüfungen sind in Gegensatz zu Klausuren auch Lehrveranstaltungen, weil eine Interaktion und Kommunikation zwischen Prüfer und Prüfling stattfindet, die darüber hinaus auch eher der späteren Berufswelt entspricht. Da diese Prüfungsform des reinen Gespräches aus Kapazitätsgründen nicht immer vollständig eingehalten werden kann, gibt es im Fach „Grundlagen der Elektrotechnik I, II“ eine mündliche Prüfung mit einem schriftlichen Fragenteil, der Teil dieser Prüfung ist und zur Voreinschätzung der Kenntnisse der Kandidaten dient. Wegen der guten Erfahrungen soll diese Prüfungsform möglichst auch bei steigenden Studentenzahlen beibehalten werden.

Im übrigen könnten mit einer Klausur die unterschiedlichen Prüfungsordnungen, die im Folgenden aufgelisteten Studiengängen kaum eingehalten werden, weil nicht individuell auf den Umfang (z. B. E-Technik I, E-Technik II, und deren Kombinationen mit oder ohne dem Praktikum) eingegangen werden kann. Es müßten mehrere verschiedene Klausuren angeboten werden, was den Prüfungsaufwand weiter steigern würde. Die gewählte Lösung ist also ein guter Kompromiss.

Die StudentInnen belegten die angebotenen Fächer des IEE im Rahmen folgender Studiengänge der Fakultäten I und II:

Vor dem Vordiplom:

Grundlagen der Elektrotechnik I/II in den Studiengängen

Maschinenbau

Verfahrenstechnik

Chemieingenieurwesen

Energiesystemtechnik

Wirtschaftswissenschaften

Werkstoffwissenschaften
Kunststofftechnik
Informationstechnik
Informatik
Physikalische Technologien
Geotechnik, Bergbau und Rohstoffe

Nach dem Vordiplom:

Im Rahmen des Fachstudiums werden die Angebote des IEE derzeit in erster Linie folgenden Studiengängen als Pflicht-, Wahlpflicht- und Schwerpunktfach zugeordnet :

Maschinenbau, Studienrichtung “Mechatronik” (neu)
Energiesystemtechnik, Energiesystemtechnik-Ergänzungsstudiengang (für
BSc/FH-Absolventen)
Wirtschaftsingenieurwesen, Studienrichtung Rohstoffe und Energie
Technomathematik
Physikalische Technologien, Schwerpunkt Energiesysteme

Der Fachbereich MVC hat entsprechend den Empfehlungen der Wissenschaftlichen Kommission des Landes, die frühere erfolgreiche Studienrichtung Elektrotechnik und Systemautomatisierung in Mechatronik umbenannt. Diese Entscheidung entspricht den Veränderungen am Markt.

Die Mechatronik (hier: Umrichter- Antriebstechnik für größere Leistungen unter besonderer Berücksichtigung der mechanischen Antriebskomponenten und der Lasteingangsfunktion der Arbeits-/Kraftmaschinen) und die Energiesystemtechnik in regenerativen Sparten – Arbeitsgebiete auf denen das IEE schon seit Jahren tätig ist – werden dabei als Zukunftsthemen deklariert, was uns natürlich freut.

Wenn es sich um Mechatronikanlagen größerer Leistung handelt (> 10kW), könnte man auch den Begriff “Leistungsmechatronik” prägen, und zwar in Analogie zur Elektronik/Leistungselektronik. Leistungsmechatronik enthält als Kernkompetenz die Leistungselektronik, Antriebstechnik und Regelungstechnik und ist damit ein Gebiet der (elektrischen) Energiesystemtechnik. Sie unterscheidet sich von der bisherigen Antriebstechnik durch die noch weiter ausgedehnten Systemprogrammspeicher Modellbildung, Simulation und Optimierung. So ist z. B. , wie in einem laufenden Forschungsprojekt, auch der Walzspalt inklusive der elektrischen Antriebstechnik teil des Gesamtmodells, weil nur durch diese Weiterfassung der Systemgrenzen

die Selbsterregungseffekte im Walzgerüst und deren eingebettete Abhilfemaßnahme durch entsprechend geregelte elektrische Antriebe als aktive Schwingungsdämpfer beherrscht werden können.

Neben der Leistungsmechatronik gehören noch die regenerative dezentrale elektrische Energietechnik und die Speichersysteme mit Elektroenergie-Zugang zu den Arbeitsgebiet des IEE und zwar in Forschung und Lehre, wie es an einer Technischen Universität sein sollte. Das gesamte Arbeitsgebiet wird unter dem Begriff (elektrische) Energiesystemtechnik zusammengefasst (Anlage 1).

1.2 Übungen, Praktika, Mentoring

Im Berichtszeitraum wurden folgende Übungen und Praktika durchgeführt. Die Zahlen geben jeweils die geschätzte Teilnehmerzahl an.

Große Übung	Grundlagen der Elektrotechnik I/II (Wehrmann)	130
Tutorien	Grundlagen der Elektrotechnik I/II (Beck und wissenschaftliche Hilfskräfte)	260
Repetitorien	Prüfungsvorbereitung Vordiplom Elektrotechnik (Wiznerowicz und wissenschaftliche Hilfskräfte)	150
Praktika	Grundlagen der Elektrotechnik I/II (Wehrmann, wissenschaftliche Mitarbeiter und Hilfskräfte)	334
Übung	Elektrische Energietechnik (Wiznerowicz)	35
Übung	Regelung elektrischer Antriebe (Turschner)	7
Praktikum	Energieelektronik (Stichweh / Dowrueng)	8
Übung	Energieelektronik (Stichweh)	20
Übung	Elektrische Energieerzeugung (Ropeter)	15

Praktikum	Mechatronik (Sourkounis / Stichweh)	7
Grundpraktikum	im Hauptstudium (Maschinenbau) (Turschner)	35
Praktikum	Regenerative Elektrische Energietechnik (Sourkounis)	12
Übung	Regenerative Elektrische Energietechnik (Sourkounis)	25
Übung	Regenerative Energiequellen (Sourkounis)	15
Praktikum	Hochspannungstechnik (Wehrmann)	3
Übung	Elektrische Energieverteilung (Ropeter)	10
Übung	Batteriesysteme (Wenzl)	5
Grundpraktikum	Energiesystemtechnik (Turschner)	10
Übung	Elektrizitätswirtschaft (Maubach)	18
Übung	Theorie der elektromagnetischen Felder (Baake)	23
Übung	Sonderprobleme elektrischer Maschinen (Heldt)	8
Seminar	Elektrische Energietechnik Regenerative Elektrische Energietechnik (Sourkounis)	7
Mentoring	des Studienganges Energiesystemtechnik und des Ergänzungsstudienganges Energiesystemtechnik (durchgeführte Beratungen) (Beck / Sourkounis)	10

1.3 Seminarvorträge

Betreuer: Dr. C. Sourkounis

Thies, Matthias	Technologie der Leuchtmittel bei Taschenlampen
Böttcher, Andreas	Mechanischer Aufbau von Windenergiekonverter für den off-shore-Einsatz
Hecking, Heinrich-H.	On-line-Qualitätsüberwachung beim Schweißprozess durch Spektralanalyse
Laubrock, Malter	Entwicklungstendenzen bei Windenergiekonvertern für den off-shore-Einsatz
Tüxen, Erik	Konzepte zur Energiekonditionierung
Wegener, Jens	EMV-Richtlinien für dezentralen Energieversorgungssystemen
Bluhm, Roman	Gegenüberstellung von Konzepten für Windenergiekonverter kleinerer Leistungen

1.4 Studien- und Diplomarbeiten

Studienarbeiten

Gulden, Thomas	Auswirkungen der EU-Richtlinie für den Europäische Elektrizitätsbinnenmarkt auf die Netznutzungsentgelte und den Strompreis in Deutschland Betreuer: Dr. Wehrmann
Anemüller, Jochen	Implementierung einer Regelung in ein bestehendes Micro Controller Programm zur Steuerung eines neuartigen Impuls-ladegerätes Betreuer: Dipl.-Ing. Ropeter
Hilmi, Abderrahmane	Entwurf einer Mikrocontroller-basierten PI-Regelung zur Steuerung eines Gleichstrommotors Betreuer: Dipl.-Ing. Stichweh

Richter, Florian	Konzept und Realisierung der autonomen Hilfsenergie-Versorgungseinheit einer Windkraftanlage kleinerer Leistung Betreuer: Dipl.-Ing. Wilhöft (aeras GmbH), Dr. Sourkounis
Schäfer, Tobias	Simulation der Wirbelablösung an einer elektrisch angeregten Flachspule Betreuer: Dipl.-Phys. Schadach
Aoulkadi, M'hamed	Untersuchung der Parameterempfindlichkeit der Ortskurve von Wechselstrommessungen an geschlossenen Bleibatterien Betreuer: Dipl.-Ing. Ropeter
Dernbach, Matthias	Betriebserfahrungen und Auswertungen der PV-Anlage Verschattung am CUTEC-Institut Betreuer: Dipl.-Ing. Mertig, Dipl.-Ing. Siemers (CUTEC)
Gahler, André	Modellierung und Implementierung der Funktion einer Brennstoffzellen-Anlage in ein Simulationsprogramm zur Auslegung von autonomen Energieversorgungssystemen Betreuer: Dr. Sourkounis, Dipl.-Ing. B. Heusler-Sourkounis (aeras)

Projektarbeiten

Deubrecht, Kathrin	Konzipierung und Realisierung einer Solarleuchte / Photovoltaik-Modul Betreuer: Dr. Sourkounis
Gorzelanny, André	Konzipierung und Realisierung einer Solarleuchte / Akkumulator und Laderegler Betreuer: Dr. Sourkounis
Martensen, Nils	Konzipierung und Realisierung einer Solarleuchte / Mechanischer Aufbau Betreuer: Dr. Sourkounis

Urban, Uwe-Rüdiger Konzipierung und Realisierung einer Solarleuchte / Leuchteinrichtung
Betreuer: Dr. Sourkounis

Diplomarbeiten

Sarasa, Markus Aufbau und Programmierung einer Versuchsumgebung zur aktiven Stromformung von Elektronikmotoren
Betreuer: Prof. Beck, Dr. Nipp (Bosch)

Wieben, Enno Probabilistische Lastflußrechnung- Methoden, Potentiale und eine F&E-Schwerpunktanalyse
Betreuer: Prof. Beck

Aoulkadi, M'hamed Bestimmung der Parameter eines Ersatzschaltbildes für Bleibatterien mittels Impedanzspektroskopie
Betreuer: Dipl.-Ing. Ropeter

Richter, Florian Simulation eines Brennstoffzellensystems für den Antrieb des dieselektrischen Triebzuges LIREX
Betreuer: Dr. Sourkounis, Dipl.-Ing. Rosentahl (ICVT),
Dipl.-Ing. Söffker (Alstom)

Gulden, Thomas Untersuchung, Bewertung und Optimierung eines Monte-Carlo Verfahrens zur Simulation von Spot- und Forwardpreisen im Stromsektor anhand konkreter Anwendung bei der Value-at-Risk Bestimmung
Betreuer: Prof. Salander

Lamsahel, Hassan Entwurf und Parametrierung einer mehrstufigen Regelung eines bürstenlosen Gleichstrommotors zur Steuerung eines Druckmesssystems Untertage
Betreuer: Dipl.-Ing. Stichweh, Dipl.-Ing. Meister (BHI)

Urban, Uwe-Rüdiger Konzeption und Realisierung eines Funktions- und Ertragskontrollsystems für Photovoltaikanlagen
Betreuer: Dr. Sourkounis

Fu, Ying	Abbildung einer realen KWK-Anlage auf Basis eines Brennstoffzellenstapels mit Hilfe verfahrenstechnischer Simulationswerkzeuge Betreuer: Prof. Beck, Dipl-Phys. Riegger (Bosch GmbH)
Martensen, Nis	Entwicklung und Realisierung der Stromregleinheit eines Wechselrichters für hochtourige Antriebe Betreuer: Dr. Sourkounis, Dipl.-Ing. Wilhöft (aeras)
Ketikidis, Chrisovalantis	Entwicklung und Adaption eines induktiven Erwärmungsverfahrens zur schnellen Aushärtung von Reaktivharzen Betreuer: Dr. Sprafke, Dipl.-Phys. Schütt (Bosch), Dr. Sourkounis
Kirschbaum, Alexander	Simulationsmodelle als Grundlage für Emulation in der Entwicklung von Steuergeräten für Gas-Kesselthermen Betreuer: Prof. Beck

2 Veröffentlichungen, Dissertationen

2.1 Zeitschriften- und Tagungsaufsätze, Patente / -anmeldungen

Zeitschriften- und Tagungsaufsätze, Bücher

Beck	Energiesystemtechnik, ein integrierter wissenschaftlicher Studiengang mit Ergänzungsstudiengang für Fachhochschul- und BA-Absolventen Sammelband anlässlich des 65. Geburtstags von Prof. Jeschar, Forum Clausthal
Engel, B. Söffker, C. Beck, H.-P.	The Hybrid Multiple Unit Lirex Fortschritt-Berichte VDI, Reihe 12, Nr. 484, Hybridfahrzeuge und Energiemanagement
Beck, H.-P.	Atomaustieg - was nun? Handbuch Energiemanagement

- Sourkounis, C. Wie man Aiolos nachahmt? Energiekonditionierung in dezentralen Energieversorgungssystemen mit stochastischem Primärenergieangebot am Beispiel der Windenergie
TU Contact
- Tulbure, A. Induction Machine With Active Working-Cage Controller Symposium
Sourkounis, C. On Power Electronics
Beck, H.-P. Electrical Drives, Automation & Motion, Ravello (Italy)
- Beck, H.-P. Der deutsche Atomausstieg und seine Folgen für eine zukünftige Elektrizitätsversorgung
Handbuch Energiemanagement
- Stichweh, H. Optimierung des Betriebsverhaltens von mechatronischen Systemen
Sourkounis, C. mittel einer selbsteinstellenden PI-Zustandsregelung
Beck, H.-P. 75. Tagung des Wissenschaftlichen Rates der AiF, Magdeburg
Zenner, H.
Marquardt, Ch.
- Beck, H.-P. Comparison of 5 MW - Off-Shore Wind Energy Converter Systems
Sourkounis, C. World Wind Energy Konferenz 2002, Berlin, Proceedings
- Sourkounis, C. Optimale Regelstrukturen zur Lastkollektivminimierung im Antriebsstrang von Windkraftanlagen
Tagungsband DEWEK 2002, Wilhelmshaven
- Sourkounis, C. System Management of a Wind Energy Converter to Control a Wind
Kanakis, A. Specific Power Fluctuation
Lemog-Kana, Ch. ETEP Vol.12, No. 6, 2002

Patente, -anmeldungen

- Tavana-Nejad / Beck Verfahren zur Speisung von geschalteten Reluktanz- und Transversalflußmaschinen mit integrierter Maschinenkommutierung
Aktenzeichen: P 198 51 712.2-42

Dissertationen:

Kertzscher, Jana	Ein Verfahren zur Identifikation der elektrischen Parameter von Asynchronmaschinen Referenten: Prof. Beckert, Prof. Budig, Prof. Beck, Prof. Rams
Smolenski, Christian	Ein elektrischer Sensor zur Messung der Russkonzentration im Abgas von Dieselmotoren Referenten: Prof. Beck, Prof. Carlowitz
Turschner, Dirk	Selbsteinstellende kaskadierte Zustandsregelung mit evolutionären Algorithmen für mechatronische Antriebssysteme mit Lose Referenten: Prof. Beck, Prof. Canders
M'Buy, Mankay A. J.	Management elektrischer Energieversorgung bei Einsatz eines Mix von Primärenergieträgern Referenten: Prof. Elzer, Prof. Beck

2.2 Vorträge / Seminare

Beck	Atomausstieg - was nun? TU Clausthal, 30. Januar 2002
Ropeter, Aoukadi, Wenzl	Impedanzmessungen an Bleibatterien bei verschiedenen Ladezuständen Kronacher Impedanztage, 15.-17. April 2002
Pop	Nonlinear systems. Introduction and applications in electrical drive control Institut für Elektrische Energietechnik, 10. Mai 2002
Pesteanu	Elektromagnetischer Transport in der Metallurgie Institut für Elektrische Energietechnik, 19. Juni 2002
Beck	Chancen und Probleme der Brennstoffzellen SPD - Fraktion: Kooperationsmodelle mit der niedersächsischen Wirtschaft am Beispiel der Brennstoffzelle, 05. Juni 2002

Sourkounis	Optimale Regelstrukturen zur Lastkollektivminimierung im Antriebsstrang von Windkraftanlagen DEWEK 2002, Wilhelmshaven
Sourkounis	Mechatronische Systeme zur Nutzung der Windenergie Schüler-Informationstage 2002, TU Clausthal

2.3 Berichte, Technische Notizen

Dipl.-Ing. J. Wiznerowicz	Technische Notiz Nr. 16/143 Berechnung der Induktivität einer rechteckigen Leiterschleife
---------------------------	--

2.4 Geförderte Forschungsvorhaben

Im Berichtszeitraum wurden folgende geförderte Forschungsvorhaben bearbeitet :

Land Niedersachsen / MWK

PROMISE (Projektorientiertes multimediales Studium Elektrotechnik und Informations-
technik)

Bearbeiter: Dipl.-Ing. A. Dowrueng

Konrad-Adenauer- Stiftung

Asynchronmaschine mit rotierendem aktivem Schwingungsdämpfer

Bearbeiter: Dipl.-Ing. A. Tulbure

Ägyptische Regierung

Windenergiespeicherung mit heißer Druckluft

Bearbeiter: Dipl.-Ing. E. Mohamed

DAAD

System-Modellierung und Identifikation einer hydrodynamischen Kupplung

Bearbeiter: Dipl.-Ing. B. Musasa

Deutsche Bahn AG

Berechnung der magnetischen Ersatzflußdichte von Schienenfahrzeugen bei beliebig
permeablen und leitfähigen Materialien

Bearbeiter: Dipl.-Ing. J. Wiznerowicz

Deutsche Bundesstiftung Umwelt

Lehr- und Demonstrationsanlage für dezentrale regenerative Energiesysteme (Energiepark Clausthal)

Bearbeiter: Dr. Ing. E.-A. Wehrmann, Dipl.-Ing. C. Ropeter,
Dipl.-Ing. A. Dowrueng, Dipl.-Ing. Z. Wang

Fa. ALSTOM

Erstellung eines 3D-Windsimulators für offshore-Windparks

Bearbeiter: Prof. H.-P. Beck, Dr. C. Sourkounis

Fa. ALSTOM LHB GmbH, Salzgitter

Studie "Simulation eines Brennstoffzellensystems für den Antrieb des dieselektrischen Triebzuges LIREX"

Bearbeiter:: Dr. C. Sourkounis

Land Niedersachsen, Nieders. Umweltministerium Hannover

Landesstrategie Brennstoffzelle - Strategische Optionen für die Entwicklung der Brennstoffzellentechnologie in Niedersachsen

Bearbeiter: Prof. H.-P. Beck, Dr.-rer nat. H. Wenzl

AGIP (Arbeitsgruppe Innovative Projekte beim Ministerium für Wissenschaft und Kultur des Landes Niedersachsen, EFRE)

Autonome, Modulare Energieversorgungssysteme (AMOEVES) Energiekonditionierungssystem für dezentrale Energieversorgungssysteme

Bearbeiter: Dr. C. Sourkounis, Dipl.-Ing. F. Richter, Dipl.-Ing. R. Hesse

DaimlerChrysler

Ermittlung des Frequenzgangs der Impedanz von NiMH-Hochleistungszellen

Bearbeiter: Dr. rer. nat. H. Wenzl, Dipl.-Ing C. Ropeter

DaimlerChrysler

Messung des Ersatzschaltbildes von NiMH-Batterien

Bearbeiter: Dr. rer. nat. H. Wenzl, Dipl.-Ing. C. Ropeter

DaimlerChrysler

Aufheizen von NiMH-Batterien

Bearbeiter: Dr. rer. nat. H. Wenzl, Dipl.-Ing. C. Ropeter

VFWH AW 133

Aktive und passive Dämpfung von Schwingungen in Walzwerks-Antriebssystemen

Bearbeiter: Prof. H.-P. Beck, Dipl.-Ing. H. Stichweh, Dr. C. Sourkounis

Deutsche Bahn

Erstellung und Übergabe eines Simulationsprogrammes für Gleichstrombordnetze von Schienenfahrzeugen

Bearbeiter: Dr.-Ing. A. M'Buy

2.5 Veranstaltungen, Exkursionen, Gastaufenthalte

Veranstaltungen:

25.März 2002

Besuch des Bundestagsabgeordneten und Forschungspolitiker Herr Hans-Josef Fell
Präsentation Energiepark

26.-27. April 2002

Besuch einer Delegation von der Universität Petrosani, Prof. Ilias (Rektor), Prof. Florea (Prorektor)

Thema: Studentenaustausch

15. Mai 2002

IEE-Kolloquium, FH Wilhelmshafen, Prof. Diedrich, Prof. Beck u. a.

Exkursionen:

28.01.2002

Besichtigung der Exide Technologies in Bad Lauterberg
(ehemals Deta Akkumulatorenwerk GmbH)

28.06.2002

Studentenexkursion zum Pumpenspeicher-Kraftwerk Erzhausen

28.06.2002

Studentenexkursion zum Stahlwerk Salzgitter

12.07.01 – 13.07.01

Zum Abschluß der Vorlesungen “Elektrizitätswirtschaft” wurde eine zweitägige Exkursion durchgeführt. Zusätzlich zu einem Vortrags- und Seminarprogramm wurden folgende Besichtigungen durchgeführt

- Besichtigung Kraftwerk Buschhaus + VKR
- Besichtigung Tagebau BKB
- Besichtigung Enercon Magdeburg

Gastaufenthalte:

12.11.2002 - 15.11.2002

Prof. Dr.-Ing. Tondos und Dr.-Ing. Stobiecki aus Krakow

- Informationen zu Forschungsschwerpunkten am IEE

- Gesprächsrunde zur Zusammenarbeit in der Lehre in den Studiengängen “Energiesystemtechnik” und “Informationstechnik - Ziel: Doppeldiplom
- Besuch von elektrotechnischen Instituten der Universität Hannover

3 Forschungsarbeiten

3.1 Ausbau der Institutseinrichtungen

Zur weiteren Komplettierung der Institutseinrichtungen wurden folgende Neuanschaffungen getätigt:

- Leitsystem Energiepark (Lieferung in 2001, Installation ab 2002)
- Tragbares Meßsystem zur Magnetfeldbestimmung inklusive zweier Batterie-Oszilloskope

3.2 Projektblätter

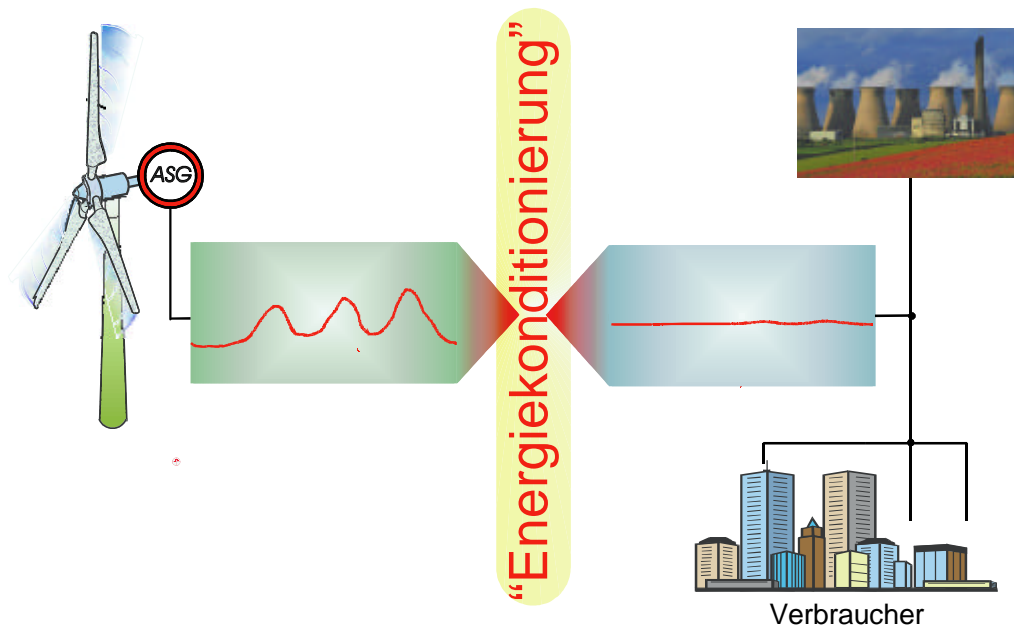
Die folgende Übersicht und die sich anschließenden neuen bzw. aktualisierten Kurzbeschreibungen der von den wissenschaftlichen Mitarbeitern durchgeführten Forschungstätigkeiten geben Auskunft über den derzeitigen Stand der laufenden Projekte.

Arbeitsgruppe Autonome Modulare Energieversorgungssysteme (AMOEVES)

Leiter: Dr.-Ing. Constantinos Sourkounis
Tel.: +49-5323-72-2594
E-Mail: sourkoun@iee.tu-clausthal.de
Gruppenmitglieder: Dr.-Ing. D. Turschner, Dipl.-Ing. R. Hesse, Dipl.-Ing. F. Richter

Forschungsschwerpunkte und Projekte

Das stochastisch fluktuierende Angebot regenerativer Energiequellen (z.B. Windenergie) begrenzt aus technischen und wirtschaftlichen Gründen nennenswert den maximal einspeisbaren Anteil in die elektrischen Netze bzw. Inselnetze in Regionen mit guten Windverhältnissen. Aus technischer Sicht ruft das fluktuierende Energieangebot des Windes eine Minderung der Energiequalität hervor. Diese äußert sich in Form von Spannungs- und Frequenzschwankungen. Darüber hinaus muss man je nach Art der eingesetzten Windenergiekonverter mit der Ausbreitung von unerwünscht hohen Oberschwingungen im elektrischen Netz rechnen.



Prinzip der Energiekonditionierung

Ausgehend von den genannten technischen und wirtschaftlichen Randbedingungen für die Einbindung von fluktuierenden, regenerativen Energiequellen in dezentralen Energieversorgungssystemen ist am Institut für Elektrische Energietechnik ein Autonomes, Modulares Energieversorgungssystem (AMOEVES) entwickelt worden. Das AMOEVES-Konzept verfolgt das Ziel eines hohen Nutzungsgrades von regenerativen Energiequellen in dezentralen Energieversorgungssystemen bei hoher Energiequalität. Eine Energiekonditionierung unter ökologischen und technischen Kriterien durch ein geeignetes Energiemanagement führt einerseits zu einer Reduzierung der erforderlichen Kraftwerksreserveleistung und andererseits zu einem höheren einspeisbaren Anteil regenerativer Energien im elektrischen Versorgungsnetz.

Durch den Einsatz von dezentralen Speichern werden das fluktuierende Energieangebot aus den regenerativen Energiequellen kurz- und mittelfristig, sowie Verbrauchsschwankungen, solange diese nicht mit dem fluktuierenden Energieangebot vor Ort korrelieren, ausgeglichen. Dadurch weist das dezentrale Energieversorgungssystem kurz- und mittelfristig konstante Leistungsflüsse gegenüber dem übergeordneten elektrischen Netz auf. Konventionelle Kraftwerke können demzufolge weitgehend nur zur Deckung des Grundlastbedarfs eingesetzt werden.

Der dezentrale Speicher wird über einen so genannten selbstgeführten Wechselrichter an das elektrische Netz angeschlossen. Dieser kann im elektrischen Vier-Quadranten-Betrieb arbeiten, so dass er in der Lage ist, Wirk- und Blindleistung unabhängig voneinander zu liefern bzw. aufzunehmen (Elektronische Synchronmaschine). Das Speichersystem wird mit einer Netzspannungsregelung betrieben. Die Ausgangsspannung des Wechselrichters wird so eingestellt, dass eine Spannungsdifferenz zu der zu regelnden Netzspannung entsteht. Diese bestimmt den zur Konstanzhaltung der Netzspannung erforderlichen Strom in Betrag und Phasenlage und somit die abgegebene bzw. aufgenommene Blind- und Wirkleistung. Durch die dynamische Blind- und Wirkleistungskompensation mit Hilfe der elektronischen Synchronmaschine wird eine dezentrale Netzstützung bzw. Energiekonditionierung erreicht.

Projekt: Aktive Kompensation von Oberschwingungen in überwiegend regenerativ gespeisten Niederspannungsversorgungsnetzen

Problem: Neben zusätzlichen Verlusten und Funktionsstörungen an sensiblen Verbrauchern der Datenverarbeitung, Kommunikation und Konsumelektronik werden auch lokale Überlastungen der energietechnischen Infrastruktur sowie die Gefährdung der Funktion von Schutzrichtungen dem wachsenden Eintrag von Oberschwingungen, hervorgerufen durch die zunehmende Zahl von Verbrauchern mit nicht-linearer Strom-Spannungs-Charakteristik, zugeordnet. Zu den für die Sicherheit der Energieversorgung bezüglich Netzbereinstimmungen bedeutsamen Vertretern dieser Verbrauchergruppe zählen in erster Linie die Stromrichter aller Leistungsbereiche sowie sättigungsfähige und in diesem Betriebsbereich eingesetzte Induktivitäten, Transformatoren und elektrische Maschinen. Neue Untersuchungen zum Migrationsverhalten von Oberschwingungen in Netzen einschließlich ihrer komplexen Fernwirkung, wie der Anregung schwingungsfähiger Netzstrukturen über mehrere Netzknoten, unterstreichen die Notwendigkeit sowohl bei der Umsetzung von Maßnahmen zur örtlichen Eingrenzung des Oberschwingungsaufkommens als auch der Prävention übergeordneter, netzbeherrschender Auswirkungen. Für die Einbindung regenerativer Erzeugersysteme in bestehende Versorgungsinfrastruktur gewinnen daher Fragen der gegenseitigen Verträglichkeit im betreffenden Frequenzbereich für Erzeuger und Abnehmer zunehmend an Bedeutung. Die Sicherung der Qualitätsmerkmale der Energieversorgung entsprechend der DIN- IEC- und EN-Vorschriften- und Empfehlungswerke zieht für die im Strukturwandel befindlichen Netze die Forderung nach ganzheitlichen Ansätzen zur wirkungsvollen Einschränkung der Entstehung, Ausbreitung und Wirkung höherfrequenter Störungen in Gestalt zentraler und verteilter Lösungen nach sich.

Ziel: Die Abstimmung der Funktionsmerkmale der Oberschwingungskompensationseinrichtung auf die Zusammenführung mit der am Institut entwickelten elektronischen Synchronmaschine für die Netzbeeinflussung im Grundschwingungsbereich (siehe dort) gestattet die vorteilhafte Integration beider Funktionseinheiten in einem geschlossenen topologischen Konzept. Ein hochdynamischer IGBT-Umrichter stellt hierin die erforderliche elektrische Kompensationsgröße für die selektive oder zentrale Bedämpfung im Frequenzbereich $2 \text{ #} < \text{#} 20$

bei resultierenden THD-Werten im unteren einstelligen Prozentbereich bereit.

Stand der Technik:

Das vorgestellte Konzept vereinheitlicht die Merkmale der folgenden am Markt befindlichen Lösungen bei besonderer Berücksichtigung der für den Einsatz in regenerativ gespeisten Netzen bedeutsamen Erfordernisse.

- FACTS: Einrichtungen zur Spannungs-, Blindleistungs- und Lastflußstellung bzw. -regelung im Grundswingungsbereich
- Power conditioner: Systeme zur Einwirkung auf Oberschwingungen und Grundswingungsblindleistung am Anschlusspunkt
- Marktübliche Einrichtungen zur Minderung der Oberschwingungen im Versorgungsnetz werden in Parallel-, Serien- und Mischtopologie ausgeführt und erbringen häufig die erforderliche Kompensationsleistung durch Injektionmultifrequenter Stromanteile am Netzanschlusspunkt entsprechend dem Superpositionsprinzip.

Lösungsweg:

- Realisierung der hochdynamischen leistungselektronischen Baugruppe zur Bereitstellung hochfrequenter Kompensationsleistung
- Auswahl und Abstimmung der Erfassungsmethoden für die THD-Belastung am Installationsort auf die Belange überwiegend regenerativ gespeister Netzbereiche
- Entwicklung des Sollwertbestimmungsverfahrens für die frequenzabhängige Kompensationsleistung
- Reglerentwurf für die selektive oder globale Beeinflussung des Oberschwingungsaufkommens

Bearbeiter:

Dipl.-Ing. Ralf Hesse
ralf.hesse@tu-clausthal.de

(Tel: 72-2939)

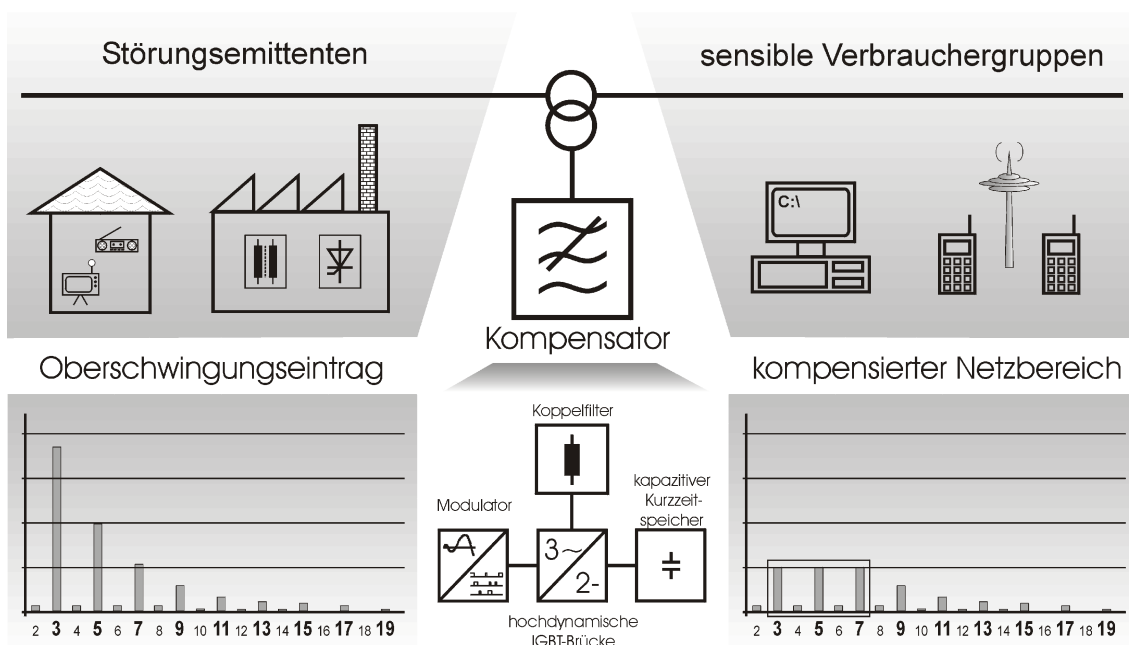
Projektleiter:

Dr.-Ing. Constantinos Sourkounis

(Tel.: 72-2594)

Projekt: Aktive Kompensation von Oberschwingungen in überwiegend regenerativ gespeisten Niederspannungsversorgungsnetzen

Aktive Oberschwingungsdämpfung zur Netzkonditionierung



Aufbau und typischer Einsatzbereich der Kompensationseinrichtung

Projekt: Energiekonditionierung in regenerativ gespeisten Elektroenergieversorgungsnetzen

Problem: Die im Zuge der Erschließung regenerativer Energiequellen zunehmende Zahl verteilt installierter Erzeuger im unteren und mittleren Leistungsbereich stellt bezüglich ihrer Integration in das bestehende, durch das Verhalten zentraler Erzeuger der oberen Leistungskategorie bestimmte Netz vielfältige Anforderungen an korrespondierende Systeme, die die Einbindung regenerativer Generatoren in die traditionelle Struktur der Elektroenergieversorgung ermöglichen oder erleichtern. Entsprechend dem stochastischen Charakter der Verfügbarkeit regenerativer Quellen ergeben sich zusammen mit den nach Kontinuität und Qualität ausgerichteten Forderungen der zuverlässigen und bedarfsorientierten Energieversorgung der Verbraucher Diskrepanzen, die Konditionierungsmaßnahmen an der jeweiligen energietechnischen Schnittstelle erforderlich werden lassen. Nicht zuletzt stellt die in typischen Verbrauchskontingenten bestimmbare Abrufverfügbarkeit der aufbereiteten regenerativen Energie einen zentralen tarifbestimmenden Faktor und Planungsgrundlage auch für solche Integrationsvorhaben dar, die regenerative Quellen unterschiedlicher elektrischer Charakteristik berücksichtigen.

Ziel: Das am Institut entwickelte Konzept der elektronischen Synchronmaschine mit aktivem Dämpferkreis zur Energiekonditionierung in elektrischen Versorgungssystemen [1] wird mit Unterstützung eines Unternehmens mit Kernkompetenz im Sektor der regenerativen Energie und Energiesystemtechnik für die Markteinführung im Leistungsegment um 100 kW vorbereitet. Neben den typischen Funktionsmerkmalen als energietechnisches Bindeglied im Netzparallel- und Inselbetrieb ermöglicht die Konditionierungseinrichtung die bedarfsgerechte, ökonomische und hochdynamische Erzeugung kapazitiver und induktiver Blindleistung zur Ablösung konventioneller Installationen zur Leistungsfaktorkorrektur. Der zunehmenden Netzbelastung durch Oberschwingungen, hervorgerufen durch den fortschreitenden Einsatz leistungselektronischer Baugruppen in Systemen der Datenverarbeitung und Konsumelektronik, wird durch die aktive Bedämpfung der für die sichere Energieversorgung wesentlichen Harmonischen begegnet. Dieses Leistungsmerkmal trägt erheblich zur dauerhaften Gewährleistung der Vorschriften für die Versorgungsqualität in elektrischen Netzen sowie der Funktionssicherheit

vor allem elektrisch empfindlicher Geräte auf der Verbraucherseite bei. Die Zustandsregelung der internen elektrischen Parameter ermöglicht die Abstimmung der einzelnen Funktionsmerkmale auf die Erfordernisse am Einsatzort und stellt den erforderlichen Dynamikbereich für die Einhaltung auch künftiger, verschärfter Anforderungen in der Qualität der Energieversorgung bereit. Ein übergeordnetes Energiemanagementsystem berücksichtigt anhand autoadaptiver Methoden das zeit-variante netz- und verbraucherspezifischen Verhalten und bildet eine wesentliche Voraussetzung zur eigendynamische Anpassung des Konditionierers an Verträglichkeitsforderungen des Installationsortes sowie die Bestimmungsgrundlage zur Disposition der systeminternen Wirkleistungsspeicher.

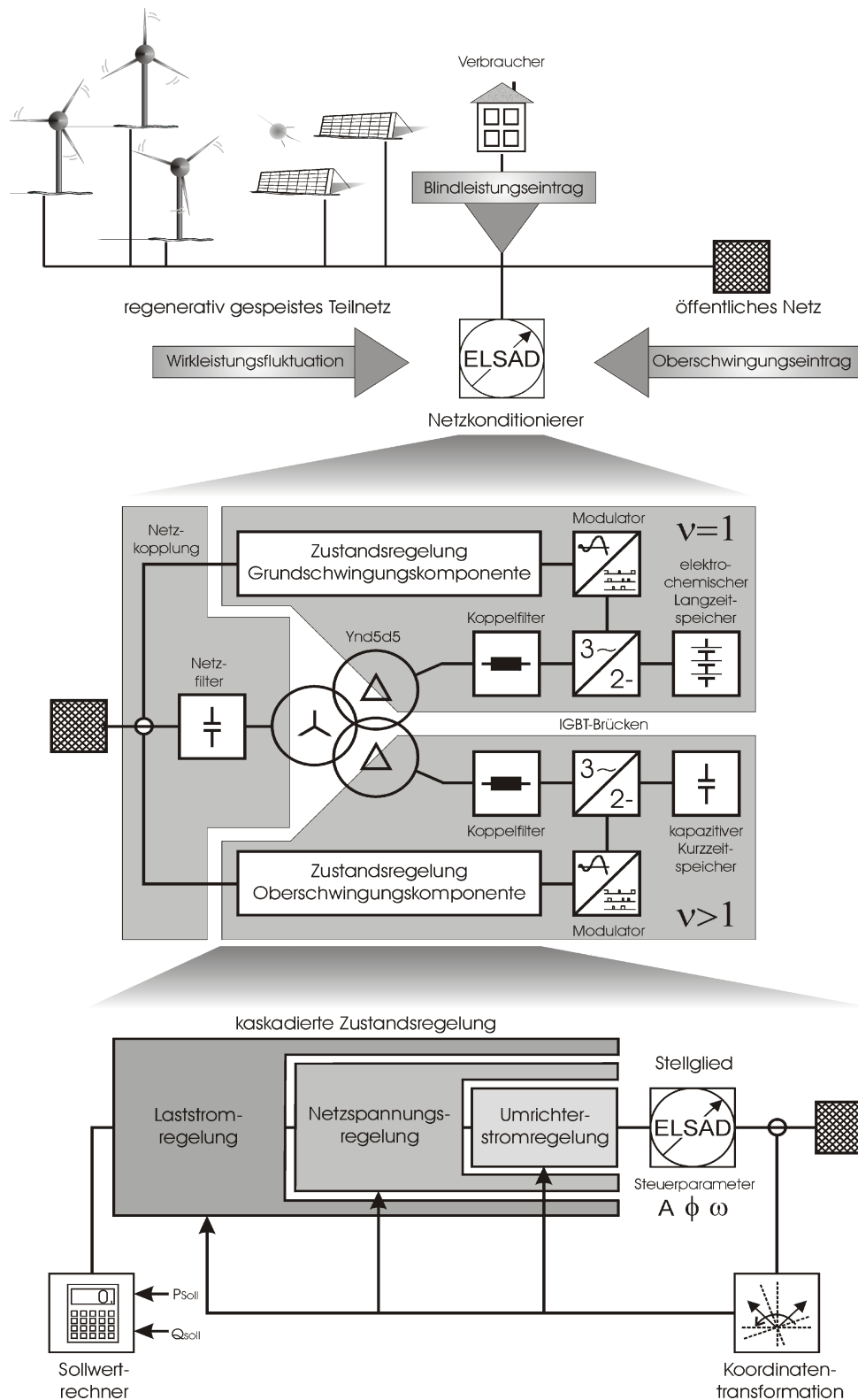
Stand der Technik:

Neben den am Markt befindlichen Lösungen zur meist auf eine konkrete Auswahl an regenerativen Quellen oder Schutzkonzepten für spezifische Verbraucher ausgerichteten Energiekonditionierung berücksichtigt das vorgestellte Konzept die Synergie der aus energietechnischer Sicht wichtigen Umgebungsparameter in ihrem kurz- und langzeitigen Verhalten. Der Zugewinn an Merkmalen der eigenständigen Netzführung lokaler Reichweite eröffnet Anwendungsperspektiven, zu denen neben der dezentralen Verbesserung der Versorgungsqualität in Regionen leistungsfähiger Netzinfrastruktur auch der weitmöglichste Qualitätsausgleich der Versorgung innerhalb insuffizienter Installationen und Anlagen zählen.

Lösungsweg:

- Realisierung der leistungselektronischen Baugruppe der Grundschwingungskomponente sowie des Prozessrechners für die Einbindung der Regelungs- und Netzbeobachtungsalgorithmen
- Integration der Modulationseinheit als Schnittstelle zum übergeordneten Regelungssystem und Vorabtest der Teilrealisierung
- Anbindung der Experimentalkomponenten zur Oberschwingungsbeeinflussung und zentralen Betriebsführung des Kompensators als Grundlage der wissenschaftlichen Arbeiten und Innovations-schwerpunkt des Projektes

Projekt:	Energiekonditionierung in regenerativ gespeisten Elektroenergieversorgungsnetzen	
<hr/>		
	- Transfer der Untersuchungsergebnisse, Abschluss der technischen Realisierung und Initialkonfiguration der Systeme für den Einsatzort	
Projektstand:	Simulation des Konditionierers im Grundschwingungsbereich und Auslegung der Grundschwingungskomponenten, Aufbau der Hardware des Prozessrechners	
Quellen:	Wenske, J., <i>Elektronische Synchronmaschine mit aktiven Dämpferkreis zur Energiekonditionierung in elektrischen Versorgungsnetzen</i> , Diss., TU Clausthal, 1999	
Industriepartner:	aeras GmbH, Clausthal-Zellerfeld	
Bearbeiter:	Dipl.-Ing. Florian Richter florian.richter@tu-clausthal.de	(Tel: 72-2938)
	Dipl.-Ing. Ralf Hesse ralf.hesse@tu-clausthal.de	(Tel.: 72-2939)
Projektleiter:	Dr.-Ing. Constantinos Sourkounis	(Tel.: 72-2594)

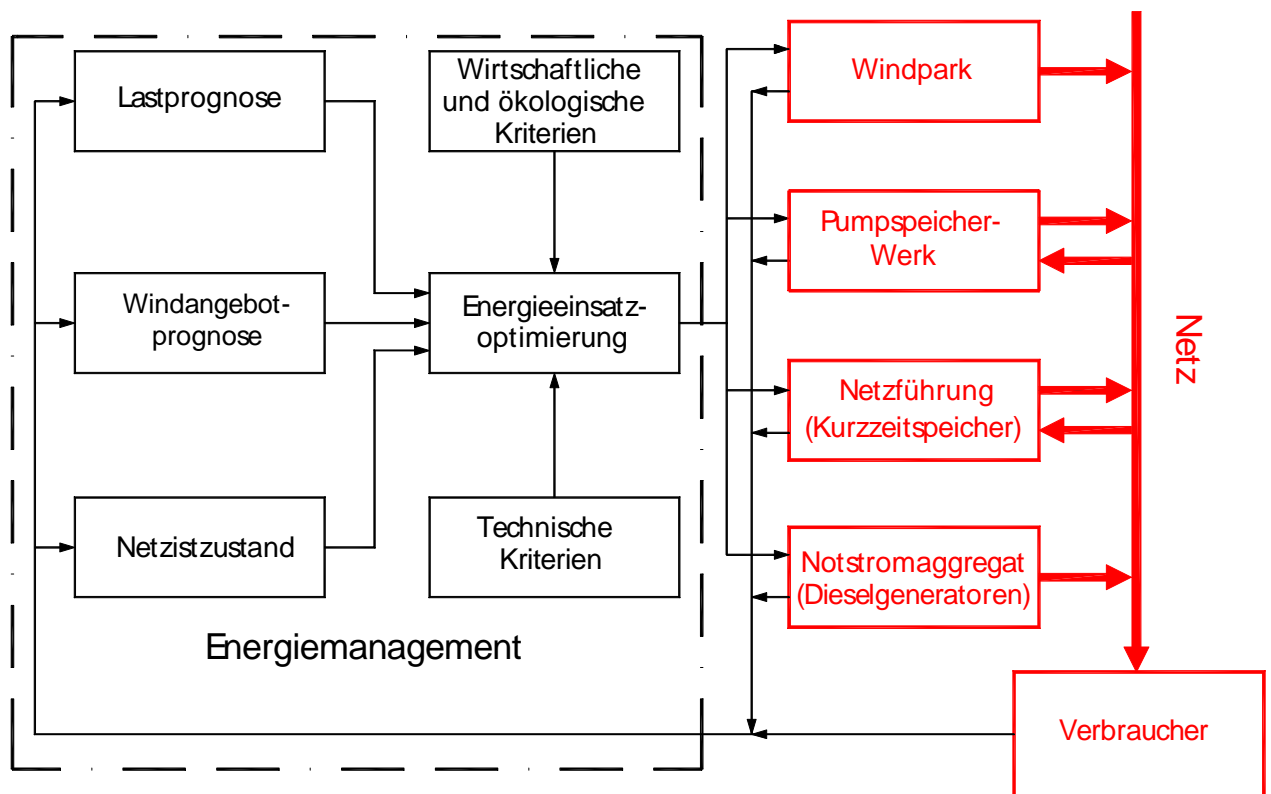


- a) Funktionsweise
- b) Realisierung
- c) Regelungskonzept des Konditionierers

Projekt:	Energiemanagement für ein Autonomes Modulares Energieversorgungssystem mit Online-Netzidentifikation und Netzstabilisierung
Problem:	<p>Mit der Liberalisierung des Energiemarktes ist die Qualität der Energieversorgung in Frage gestellt. Das bedeutet, dass hochsensible Systeme vor unerwünschten Stromschwankungen und vor kurzzeitigen Energieausfällen geschützt werden müssen. Dazu benötigt man eine auf den Bedarf abgestimmtes Energiemanagementsystem. Durch solche Systeme muss eine kurzfristige Energieunterbrechung überbrückt und unerwünschte Störungen ausgeschlossen werden. Für den Fall, dass es zu einer längeren Unterbrechung der Energieversorgung kommt, ist ein passendes Notfallkonzept auszuarbeiten, welches wiederum individuell auf die jeweilige Situation konzipiert sein sollte. Bei dezentralen Energieversorgungssystemen ohne Netzanbindung stellen Energiemanagement und Netzstabilität die größten Probleme dar. Das Management muß die Anlage so steuern, das stets genug Energie zur Verfügung steht. Als Zusatzaufgabe wird von einem solchem System erwartet, das der Nutzungsanteil der regenerativen Energiequellen so hoch wie möglich gehalten wird. Dazu kommt die Aufgabe der Netzstabilisierung. Hier hat die Regelung die Aufgabe, Netzfrequenz und Spannung konstant zu halten und zusätzlich noch eine Blindleistungskompensation durchzuführen, so daß beliebige Verbraucher angeschlossen werden können.</p>
Ziel:	<p>Entwicklung eines Energiemanagementsystems, welches die Stabilität eines Netzes oder Teilnetzes und allen Bedingungen aufrecht erhalten kann. Zusätzlich soll der Anteil der regenerativen Energiequellen an der Stromversorgung maximiert werden, sowie der Bezug oder die Abgabe von Energie in übergeordnete Netze, so vorhanden, bequem steuerbar und mittelfristig planbar sein. Mit diesen Eigenschaften ist dann das autonome modulare Energieversorgungssystem in der Lage, sich nach außen wie ein "normales" Kraftwerk zu verhalten.</p>
Projektstand:	Konzeptentwicklung und vergleichende Untersuchungen zu bestehenden Systemen bzw. Konzepten

Bearbeiter: Dipl.-Ing. Florian Richter (Tel: 72-2938)
florian.richter@tu-clausthal.de

Projektleiter: Dr.-Ing. Constantinos Sourkounis (Tel.: 72-2594)



Konzept Energiemanagement (Quelle: atp-Spezial 1/2001, C. Sourkounis)

Projekt:	: -Controller-System für Regelungsaufgaben mit hoher Rechenleistung
<hr/>	
Problem:	Für adaptive Regelungen ist unter gewissen Bedingungen eine sehr hohe Rechenleistung für die Parameteridentifikation erforderlich. Ein Beispiel hierfür stellt die Online-Analyse des Netzzustandes eines Elektrischen Netzwerkes (Versorgungsnetz) dar. Diese ist durch einen sehr hohen Rechenaufwand und diverse Divisionen gekennzeichnet. Daher ist die Verwendung herkömmlicher : -Controller mit Festkomma-Rechenkern hier nicht möglich. Fließkomma-DSP's besitzen zwar die nötige Rechenleistung, haben jedoch nur sehr wenige Schnittstellen zur Umgebung, und sind daher nicht für diese Aufgaben geeignet.
Ziel:	Entwicklung eines : -Controller-Systems für Regelungsaufgaben mit hoher Fließkommarechenleistung, Hochleistungs-A/D- und -D/A-Wandlern sowie PWM-Einheiten und diversen Busschnittstellen für den allgemeinen Einsatz
Stand der Technik:	Zur Zeit ist ein solches System als Stand-Alone-System nicht verfügbar, jedoch sind schon Systeme, die in einem Host-PC arbeiten bekannt.
Lösungsweg:	Kopplung eines herkömmlichen Festkomma : -Controllers mit einem Fließkomma - DSP über asynchrones Dual-Port-RAM. Mit dieser Lösung können die Schnittstellen des : -Controllers genutzt werden und alle Hintergrundfunktionen (Überwachung, Kommunikation mit Benutzer, A/D- und D/A-Wandler) von diesem abgearbeitet werden. Der Fließkomma DSP steht damit von der Rechenleistung vollständig für die Regelung zur Verfügung.
Projektstand:	Es wurde zunächst eine Versuchsplatine mit nur einem : -Controller und der Peripherie gebaut, um das Schaltungslayout auf Fehler zu überprüfen. Dieser befindet sich in der Testphase. Gleichzeitig läuft die Entwicklung des Dual-Processor-Boards, welches nach Abschluss der Tests in die Fertigung gehen wird. Erfolg durchgeführt
Industrie-Partner:	aeras GmbH, Clausthal-Zellerfel e-mail: aeras@aeras.de

Bearbeiter:

Dipl.-Ing. Florian Richter
florian.richter@tu-clausthal.de

(Tel: 72-2938)

Projektleiter:

Dr.-Ing. Constantinos Sourkounis

(Tel.: 72-2594)

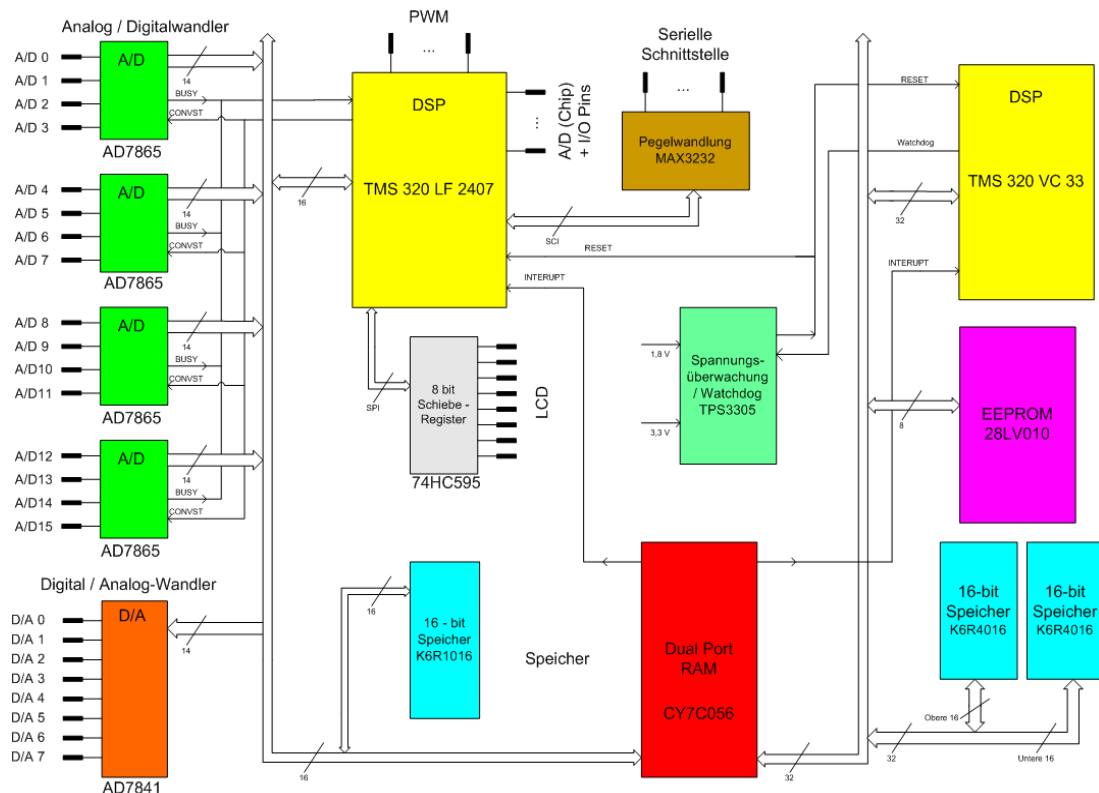


Abb. 1: Konzept des Dual-Processor-Boards

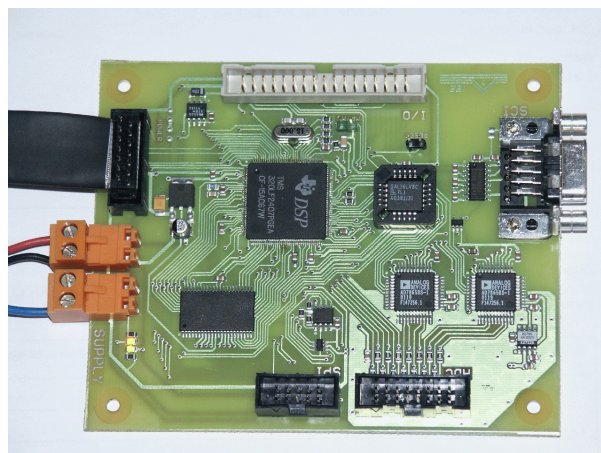


Abb.2: Versuchsplatine

Arbeitsgruppe Elektrische Antriebstechnik

Leiter: Dr.-Ing. Constantinos Sourkounis
Tel.: +49-5323-72-2594
E-Mail: sourkoun@iee.tu-clausthal.de

Forschungsschwerpunkte und Projekte

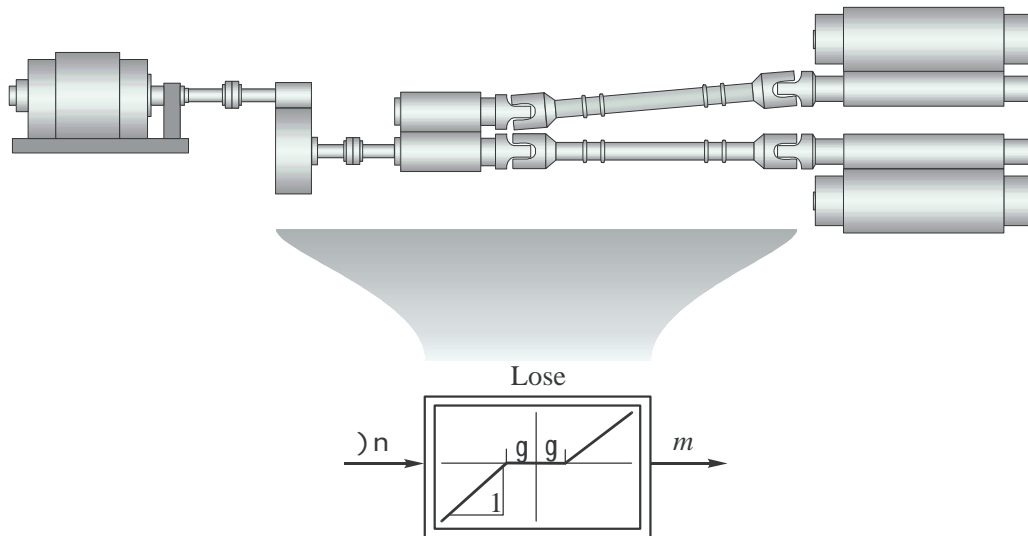
Antriebssysteme stellen im allgemeinen technischen Prozessen die erforderliche mechanische Energie zur Verfügung. Bei den meisten Anwendungen werden elektrisch-mechanische Antriebssysteme eingesetzt. Diese unterlegen je nach Prozessart stationäre und dynamische Belastungen, welche entweder einen deterministischen oder stochastischen Zeitverlauf aufweisen. Die Rückwirkungen des Prozesses auf den elektrisch-mechanischen führt unter anderen zu Beeinträchtigung der Funktion, welche sich in Form einer Minderung des Prozessgüte und einer Reduzierung der Lebensdauer von Komponenten äußert.

Ausgehend von der genannten Problemstellung werden in der Arbeitsgruppe “Elektrische Antriebstechnik” Konzepte für lastminimierende Antriebssysteme entwickelt und untersucht.

- **Erhöhung der Verfügbarkeit und des Ausnutzungsgrades von Schredder-Anlagen**

- < Drehzahlelastische Antriebe zur Lastkollektivminimierung im elektromechanischen Antriebsstrang
- < Anpassung der Antriebsstruktur zur Reduzierung der erforderlichen Leistungsreserven sowie des technischen Aufwandes beim leistungselektronischen Stellglied

- **Antriebsregler mit aktiver Schwingungsbedämpfung**



Schematische Darstellung des Antriebssystems eines Gerüsts mit Kammwalzgetriebe

- < Identifikation mit genetischen Algorithmen
- < PI-Zustandsregler mit Selbsteinstellung
- < Dynamische aktive Schwingungsdämpfung zur Verbesserung der Prozessgüte, z. B. bei Walzantriebssystemen
- < Berücksichtigung von Nicht-Linearitäten
- **Netzgespeiste ASM mit variabler Käfigstruktur**
 - < verlustarme dynamische Kennlinienverstellung
 - < wellenmomentabhängige Steuerung des Schlupfes
 - < im Läufer baulich integrierter Halbleitersteller
- **Lebensdaueroptimierte Regelung elektrischer Antriebe**
 - < Umrichter mit Antriebsstrang-Adaption
 - < kostengünstige Realisierung für KMU
- **Untersuchung des Betriebsverhaltens von Windparks der GW-Leistungsklasse**
 - < Untersuchung des Betriebsverhaltens von off-shore Windparks der GW-Leistungsklasse bezüglich windbedingter Leistungsschwankungen und deren Einfluß auf die Netzstabilität
 - < Entwicklung eines Konzeptes für eine Windpark-Betriebsführung, so daß eine kurz- und mittelfristige Einsatzplanung sowie eine Vorhersage über Leistungsregelreserven äquivalent zu Kraftwerken mit abrufbarer Primärenergie zu realisieren ist.

Projekt: Selbsteinstellender kaskadierte Zustandsregelung mit evolutionären Algorithmen für mechatronische Antriebssysteme mit Lose

Problem: Die zunehmende Automatisierung technischer Prozesse und wachsende Anforderungen bezüglich Produktqualität und Wirtschaftlichkeit führen zu einem hohen Innovationsdruck innerhalb der Walzwerktechnik. Die Hauptelemente einer Walzstraße sind drehzahlge-regelte elektrische Antriebe. Neben den im Hochleistungsbereich noch weit verbreiteten Gleichstrommotoren finden in zunehmendem Maße direktumrichter gespeiste Synchronmotoren und durch Fortschritte der Umrichtertechnik im Mittelspannungsbereich auch Asyn-chronmaschinen immer mehr Verwendung. Eine verbesserte hochdy-namische Drehzahlregelung, welche gleichzeitig die Eigenfrequenz der Mechanik dämpft soll hierbei eine erhöhte Produktqualität garan-tieren. Im Sinne einer hochdynamischen Regelung wird das Verfah-ren der Analytischen Gezielten Eigenwertvorgabe zur anwendungs-orientierten Synthese eines PI-Zustandsreglers für drehzahlgeregelte Antriebe der Walzwerktechnik verwendet.

Die stationäre und dynamische Güte des drehzahlgeregelten Antriebs kann allerdings durch das Vorhandensein einer Nichtlinearität in Form einer Lose negativ beeinflusst werden. Die Lose wird hierbei durch Verbindungselemente wie Kupplung, Spindel und Getriebe zwischen elektrischem Antriebsmotor und angetriebener Arbeits-maschine verursacht. Durch das Vorhandensein einer Lose kann es im ungünstigsten Fall zu stabilen Grenzyklen kommen. In neuen Anlagen der Walzwerktechnik spielt Lose eine untergeordnete Rolle. Bei älteren Anlagen hingegen kommt es durch lange Betriebszeiten zu Abnutzungserscheinungen in Form einer deutlichen Zunahme des Getriebe- und Kupplungsspiels und damit einer Verschlechterung der Regelgüte in Verbindung mit einer erhöhten Beanspruchung des Antriebsstranges.

Ziel: Um die Planheit des Walzgutes auf einem hohen Qualitätsniveau zu halten, muss die Oberfläche der Walzen in regelmäßigen Abständen geschliffen werden. Das Massenträgheitsmoment der Walzen ist dadurch erheblichen Schwankungen unterworfen.

Parameterschwankungen der Regelstrecke und die Nichtlinearität in Form einer Lose spielen für die Einstellung des PI-Zustandsreglers

eine entscheidende Rolle. Das Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, die Parameter der Strecke zu identifizieren, um die Inbetriebnahme des Reglers nach jedem Walzenwechsel zu automatisieren. Mit dem Wissen über die Lose lässt sich der Zustand der Anlage diagnostizieren und Wartungsarbeiten können rechtzeitig eingeleitet werden. Darüber hinaus soll über eine geeignete Einstellung des Zustandsreglers der Einfluss der Lose soweit wie möglich kompensiert werden, so dass die Nichtlinearität nicht zu einer zusätzlichen Beanspruchung des Antriebsstranges führt.

Stand der Technik:

Je nach Alter der Anlage findet man unterschiedliche Ausführungsformen des elektrischen Antriebs für Haspel- und Walzwerkshauptantriebe. Noch häufig im Einsatz sind fremderregte Gleichstrommotoren, die über einen Thyristorstromrichter gespeist werden. Zu Erhöhung der Leistung wird gelegentlich der Ankerkreis zweier Motoren, die auf dieselbe Welle arbeiten, in Reihe geschaltet. Eine Variante, die heute vielfach in älteren und neueren Anlagen anzutreffen ist, ist die über Direktumrichter gespeiste Drehstrommaschine. Die maximal erreichbare Grundfrequenz wird durch das speisende 50Hz-Netz begrenzt, weshalb sich die Anwendung dieses Konzeptes oft auf langsam laufende Antriebe großer Leistung beschränkt. Die Drehzahlregelung ist als konventionelle PI-Regelung ausgeführt. Über die wirksame Lose der Anlage ist meist nichts oder wenig bekannt.

Lösungsweg:

Thema dieser Arbeit ist die Selbstinbetriebnahme eines Hochleistungsantriebs der Walzwerktechnik innerhalb einer Walzstraße für unterschiedliche Streckenparameter. Die Hauptelemente einer Walzstraße sind drehzahlgeregelte elektrische Antriebe. Der elektrische Antrieb wird für die Untersuchungen auf ein einfaches schwingungsfähiges Zweimassensystem reduziert. Zusätzlich wird eine vorhandene Lose als tote Zone mit der Loseweite g nachgebildet. Die Lose beeinflusst die Eigenfrequenz des mechanischen Systems und sorgt für eine Entdämpfung, was einer zusätzlichen Systemverstärkung gleichkommt.

Projekt: Selbsteinstellender kaskadierte Zustandsregelung mit evolutionären Algorithmen für mechatronische Antriebssysteme mit Lose

Mit einer hochdynamischen PI-Zustandsregelung lässt sich gegenüber der konventionellen PI-Drehzahlregelung eine verbesserte Dynamik mit gleichzeitig vermindertem Stellgrößenbedarf erzielen. Mittels Einstellformeln lässt sich der Zustandsregler einfach parametrieren. Nichtmessbare Zustandsgrößen werden durch einen Luenberger-Beobachter rekonstruiert. Über eine geeignete Strategie lässt sich der Zustandsregler einfach und übersichtlich in Betrieb nehmen.

Durch den in regelmäßigen Abständen durchgeführten Walzenwechsel sind die Streckenparameter ständig Änderungen unterworfen. Außerdem sorgt die Beanspruchung innerhalb der Anlage zu einer Zunahme der Lose. Mit Hilfe von evolutionären Algorithmen gelingt es die Parameter des nichtlinearen Modells sicher zu identifizieren und so einerseits den Zustandsregler zu parametrieren, andererseits Wartungsintervalle rechtzeitig einzuleiten.

Die Lose regt besonders beim Nulldurchgang des Drehmoments das mechanische System zu Drehmomentschwingungen an. Es kommt beim Schließen der Lose zu harten Drehmomentstößen, die die Standzeit eines Walzantriebes deutlich reduzieren können. Durch ein adaptives Nachführen der Zustandsreglerparameter ist es möglich, die Auswirkungen der Lose auf das mechanische System zu kompensieren unter Beibehaltung einer hohen Dynamik.

Für die experimentellen Untersuchungen wurde eine Prüfstand im mittleren Leistungsbereich verwendet, bei dem die interessierenden mechanischen Größen durch Umbaumaßnahmen veränderbar waren. Durch Versuche konnten die vorgeschlagenen Verfahren in der Praxis für unterschiedliche Massenverhältnisse und Loseweiten überprüft werden.

Projektstand: Prüfstandserprobung ist abgeschlossen

Veröffentlichung: Turschner, D.: *Selbsteinstellende kaskadierte Zustandsregelung mit evolutionären Algorithmen für mechatronische Antriebssysteme mit Lose*. Dissertation TU Clausthal 2002 (in Vorbereitung)

Bearbeiter: Dipl.-Ing. Dirk Turschner (Tel: 72-2592)
turschner@iee.tu-claustahl.de

Projektleiter: Dr.-Ing. Constantinos Sourkounis (Tel.: 72-2594)



Bild 1: Teil der Fertigstraße einer Warmbreitbandwalzanlage, bestehend aus sieben kontinuierlich angeordneten Quartogerüsten

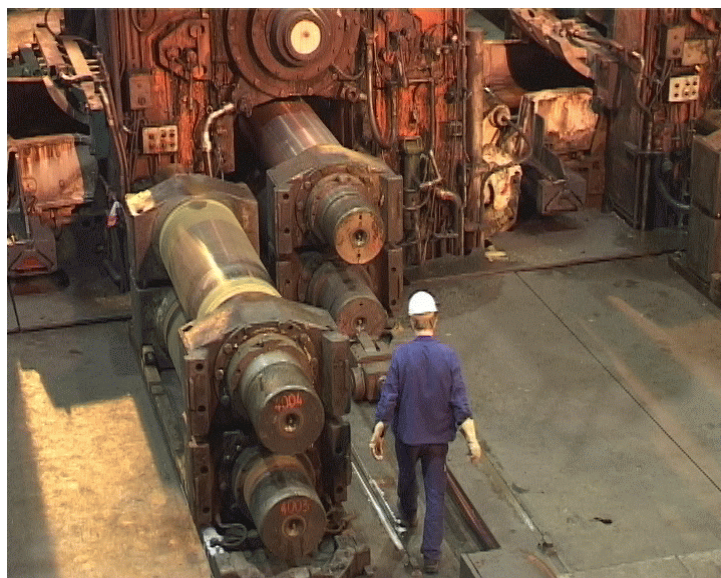


Bild 2: Wechsel des Arbeitswalzenpaares eines Quartogerüsts

Projekt: Selbsteinstellender kaskadierte Zustandsregelung mit evolutionären Algorithmen für mechatronische Antriebssysteme mit Lose

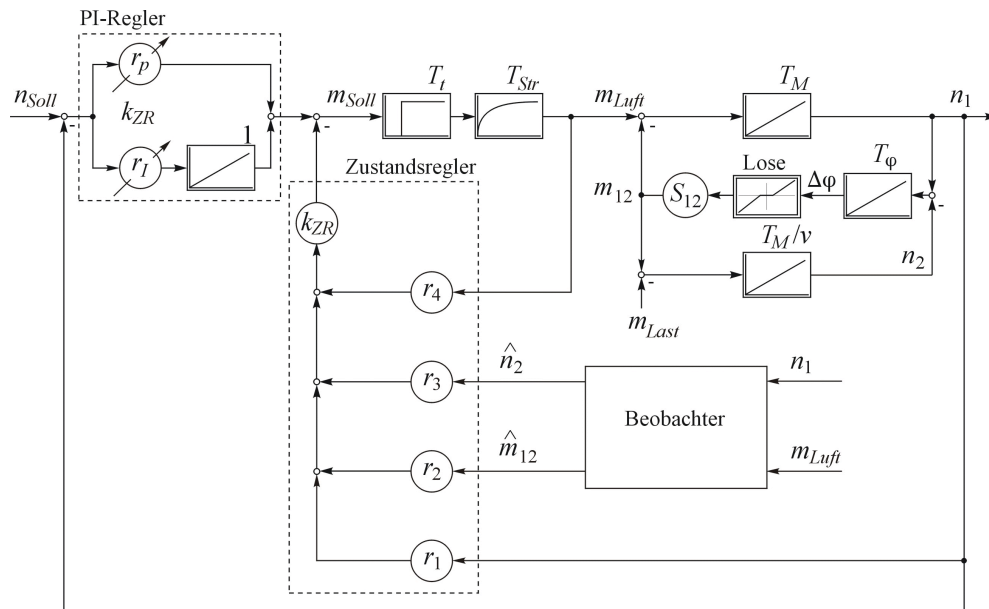


Bild 3: Gesamtes regelungstechnisches Blockschaltbild der PI-Zustandsregelung des losebehafteten elektrischen Antriebs mit Beobachter. Die beobachteten Zustandsgrößen sind durch einen Akzent (^) gekennzeichnet.

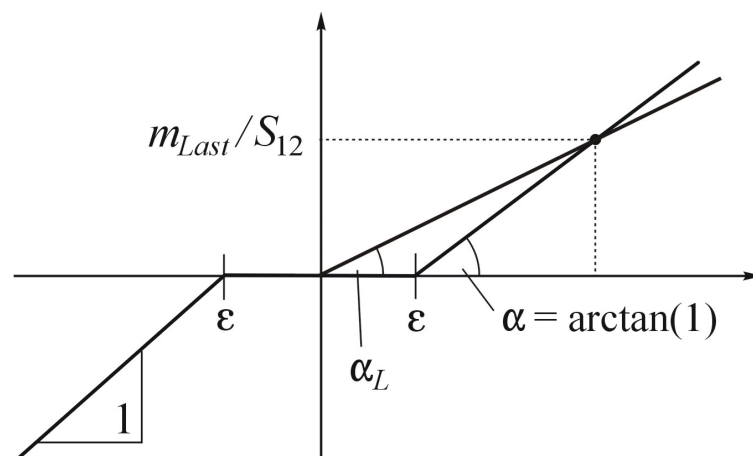


Bild 4: Linearisierung der Losekennlinie durch eine Gerade

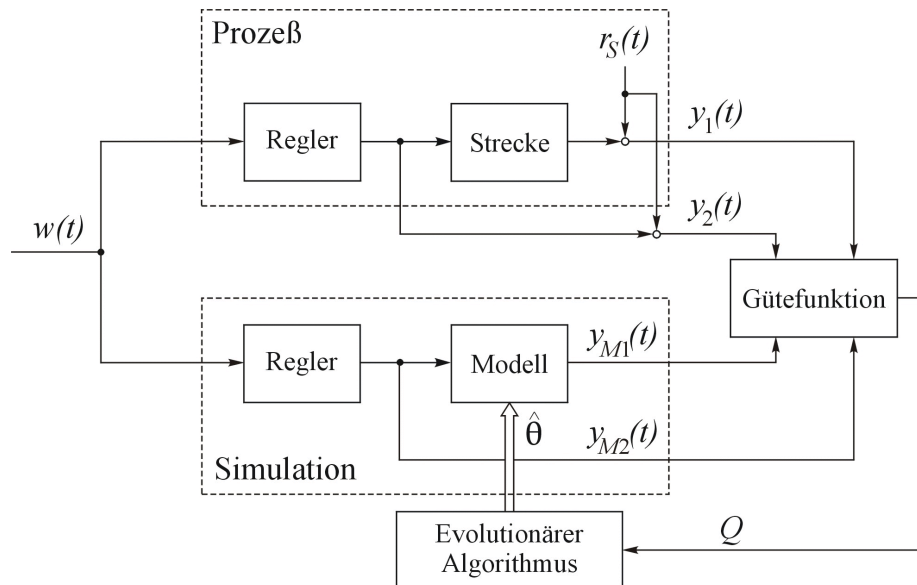


Bild 5: Blockschaltbild der Parameterschätzung mit evolutionären Algorithmen

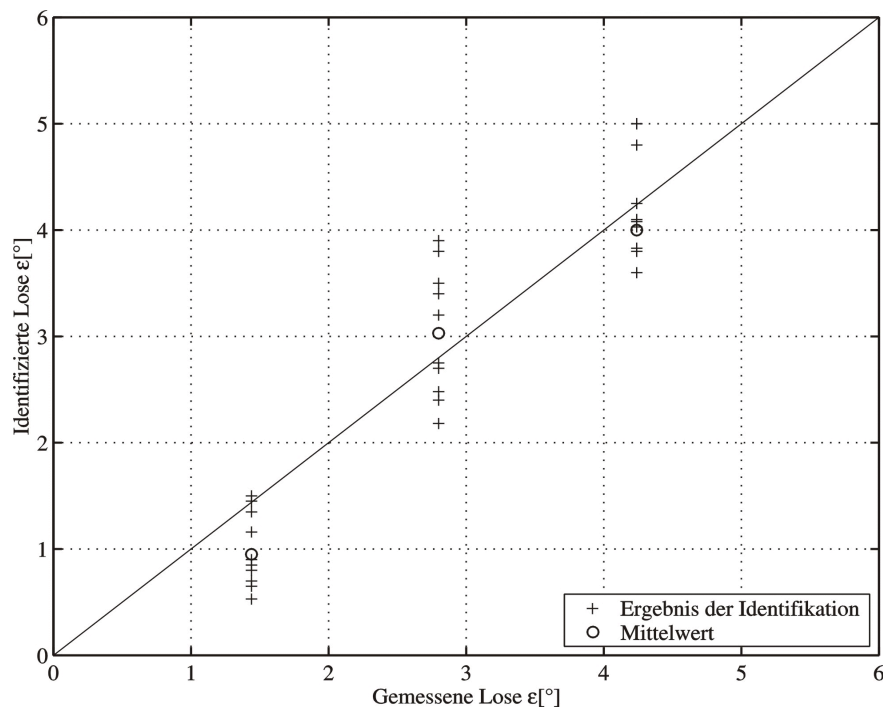


Bild 6: Simulierte Alterung des Walzantriebsstranges durch Realisierung unterschiedlicher Loseweiten am Prüfstand ($\mathfrak{g}=1,44/$, $\mathfrak{g}=2,8/$, und $\mathfrak{g}=4,24/$). Neben den identifizierten Losewerten (+) sind die Mittelwerte (o) über 10 Optimierungsläufe dargestellt.

Projekt: Selbsteinstellender kaskadierte Zustandsregelung mit evolutionären Algorithmen für mechatronische Antriebssysteme mit Lose

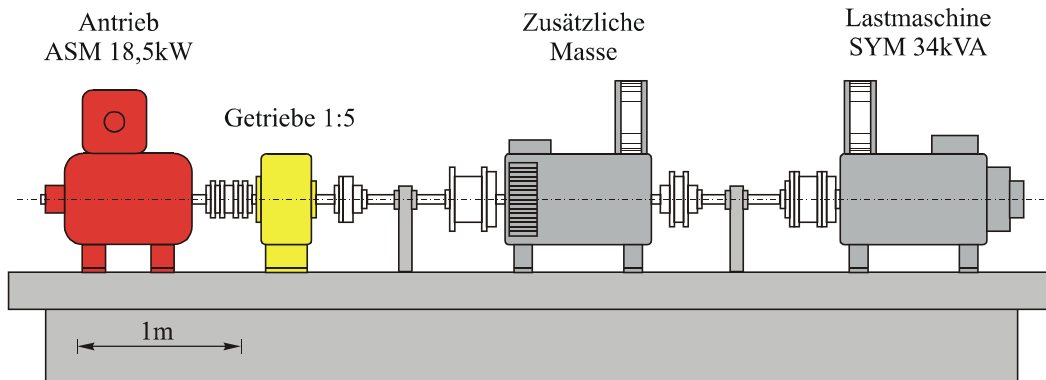


Bild 7: Prüfstand zur Erprobung des Konzeptes. Durch Entfernen des Getriebes sind unterschiedliche Massenverhältnisse realisierbar. Mit einer zusätzlichen modifizierten Kupplung wurden unterschiedliche Loseweiten realisiert.

Projekt:	Systemtechnische Auslegungsmethode von elektrischen Antrieben mit hydrodynamischer Kupplung
Problem:	Bei Antriebssysteme mit hydrodynamischer Kupplung wirkt sich die Füllmengenänderung in unterschiedlicher Weise auf das stationäre und dynamische Verhalten des Antriebsstranges aus. Unter anderen lässt sich hierdurch Hochlaufcharakteristik und das Dämpfungsvermögen des Antriebsstranges in Bezug auf Lastspitzen und Torsionsschwingungen beeinflussen. Im Rahmen der Arbeit wird ein mathematisches Modell zur Beschreibung des dynamischen Verhaltens der hydrodynamischen Kupplung erstellt.
Ziel:	Dabei soll das dynamische Kupplungsverhalten in Abhängigkeit des Kupplungsschlupfes und des füllungsgrades modelliert.
Stand der Technik:	Antrieb mit ungeregelter Asynchronmotor und hydrodynamischer Kupplung als Überlastsicherung.
Lösungsweg:	<ul style="list-style-type: none">- Simulation des Antriebsstranges unter Berücksichtigung der Kupplungskennlinie.- Erstellung eines parametrischen Kupplungsmodells- Wahl eines Kriteriums zur Bewertung der parametrischen Modellgüte- Simulation des Antriebsstranges für unterschiedliche Füllungsgrade der hydrodynamischen Kupplung- Realisierung einer Prüfstandskonfiguration mit Füllmengeänderung- Verifikation der Simulationsergebnisse am Prüfstand
Prüfstand:	<ul style="list-style-type: none">- Der Prüfstand besteht hauptsächlich aus einem Asynchronmotor, einer Gleichstrommaschine und einer hydrodynamischen Kupplung.- Mathematisches Modell wird durch Prüfstandsmessungen verifiziert werden- Überprüfung und Optimierungsphase des Prüfstands

Aktueller Stand:	Mathematisches Modell ist erstellt.	
Bearbeiter:	Dipl.-Ing. Tambwe Benoit Musasa musasa@iee.tu-clausthal.de	(Tel: 72-2939)
Projektleiter:	Dr.-Ing. Constantinos Sourkounis	(Tel.: 72-2594)

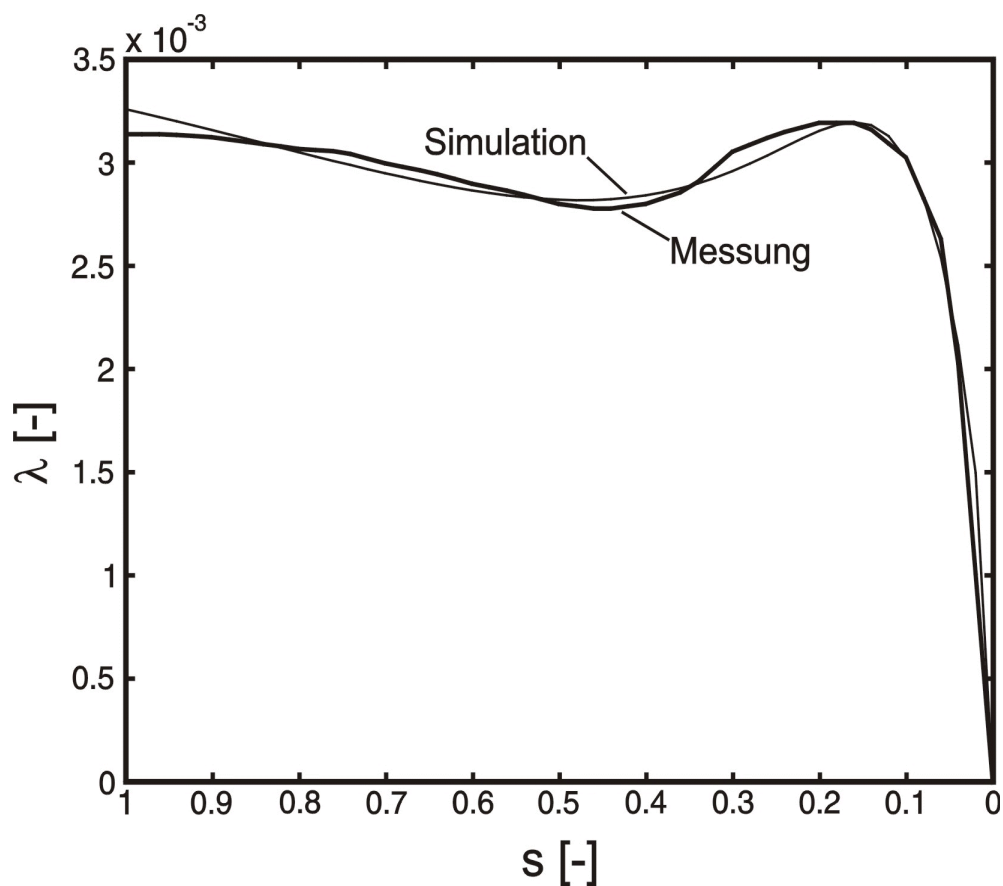


Bild 1: Gegenüberstellung von Messung und Simulation der stationären Leistungszahl über den Schlupf.
Quelle der Messung: Voith Turbo

Projekt: Systemtechnische Auslegungsmethode von elektrischen Antrieben mit hydrodynamischer Kupplung

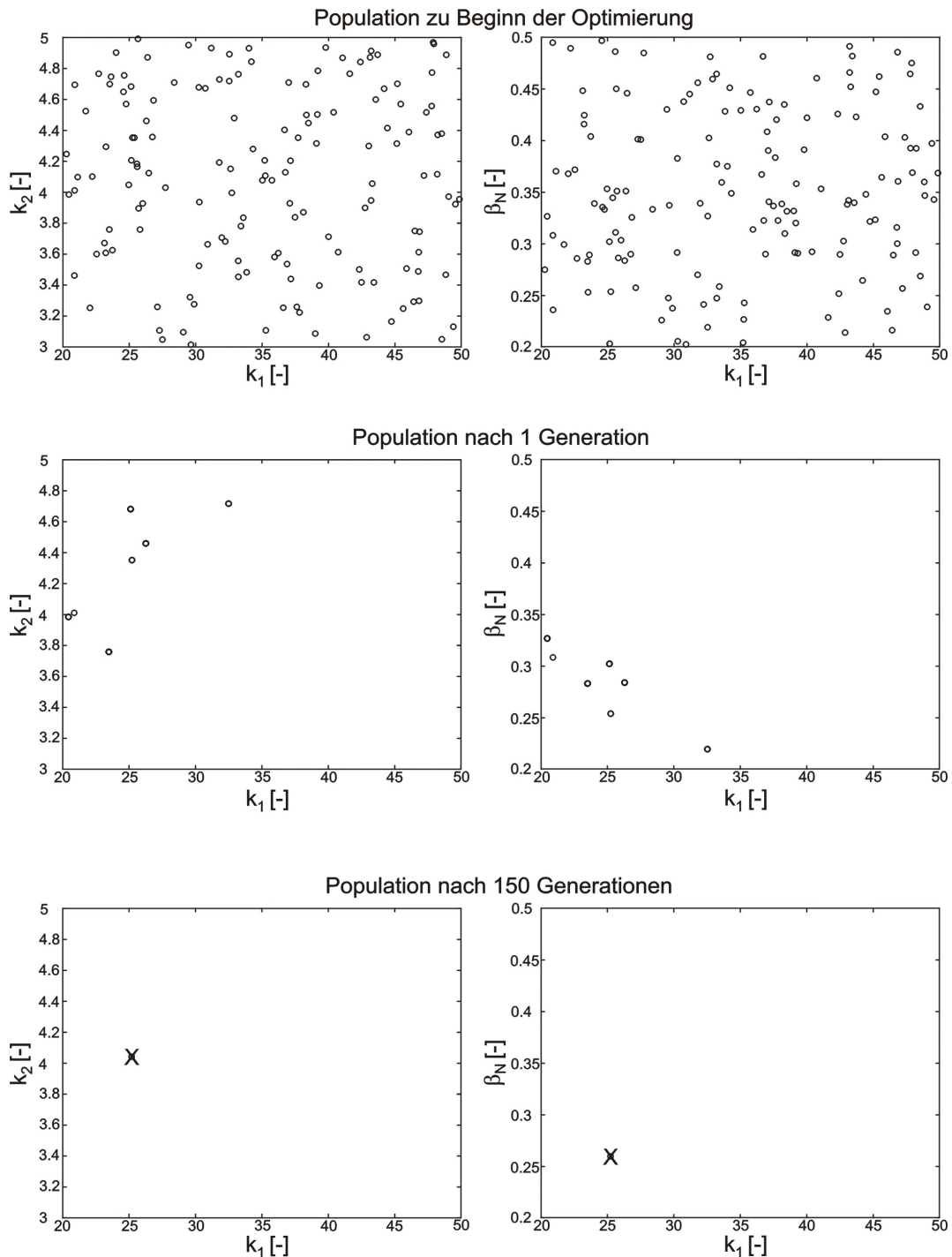


Bild 2: Anfangspopulation und Verteilung der Population nach 1 bzw 150 Generationen während eines Optimierungslaufes
(X) - bester Parametervektor

Projekt:	Aktive und passive Dämpfung von Schwingungen in Walzwerks-Antriebssystemen
<hr/>	
Problem:	Ein Problem des Kalt- und Warmwalzens, welches die Qualität des Walzgutes maßgeblich beeinflusst, ist das Auftreten von Ratter-schwingungen. Diese selbsterregten Schwingungen, die ein Frequenzband von 20 bis 70 Hz aufweisen, sind mit dem vorhandenen Antrieb bei Kammwalzanlagen nicht zu dämpfen, so dass neue Konzepte zur aktiven bzw. Passiven Dämpfung dieser Schwingung erforderlich sind.
Ziel:	Im Rahmen dieses Projektes sollen neue Konzepte zur Dämpfung der selbsterregten Schwingung mittels einer Simulation hinsichtlich ihres Dämpfungsvermögens untersucht werden.
Stand der Technik:	Zu Beginn des Projektes konnten keine Lösungskonzepte zur Dämpfung von selbsterregten Schwingungen bei Kammwalzanlagen in der Literatur ermittelt werden. Als Problematisch ist weiterhin das Fehlen eines allgemeingültigen Walzspaltmodells zu sehen.
Lösungsweg:	Zur Simulation des Walzprozesses wurde ein Mehr-Massenschwingermodell für das Gerüst 3 der Warmbreitbandstraße in Bochum (TKS) erstellt. Der Walzspalt wurde so modelliert, dass die selbsterregten Schwingungen nachgebildet werden konnten. Das Modellverhalten wurde mit realen Messungen validiert. Anschließend wurden diverse passive und aktive Konzepte zur Dämpfung der selbsterregten Schwingung erstellt und überprüft. Bei der Simulation wurden reale Randbedingungen wie z. B. Messrauschen berücksichtigt.
Projektstand:	Ein Konzept zur Dämpfung der selbsterregten Schwingung mit Hilfe eines zusätzlichen Antriebs wurde erstellt und mittels einer Simulation überprüft. Die Simulation konnte zur Auslegung bzw. Dimensionierung des Antriebs genutzt werden. Eine zusätzliche Energiebetrachtung zur Auslegung des Antriebs brachte übereinstimmende Ergebnisse. Parallel zur Simulation wurden die notwendigen Hardwarekomponenten (Umrichter, Geber) ausgewählt und deren Randbedingungen in die Simulation integriert.

Prüfstand:	Zur Nachbildung der selbsterregten Schwingung bzw. zur Überprüfung aktiver Dämpfungskonzepte wird der Bahnprüfstand erweitert. Hierfür ist eine Installation eines hochdynamischen Umrichters sowie von 2 hochauflösenden Geber geplant.	
Dokumentation:	Beck, H.-P., Sourkounis, C., Stichweh, H.: <i>Aktive und passive Dämpfung von Schwingungen in Walzwerksantriebssystemen</i> , Zwischenbericht zum VFWH-Vorhabens AW 133, September 2002	
Veröffentlichung:	Beck, H.-P., Zenner, H., Sourkounis, C., Stichweh, H., Marquardt, C.: <i>Optimierung des Betriebsverhalten von mechatronischen Systemen mittels einer selbsteinstellenden PI-Zustandsregelung</i> , 75. Tagung des Wissenschaftlichen Rates der AiF, 28./29. November 2002, Magdeburg	
Bearbeiter:	Dipl.-Ing. Heiko Stichweh stichweh@iee.tu-clausthal.de	(Tel: 72-2572)
Projektleiter:	Dr.-Ing. Constantinos Sourkounis	(Tel.: 72-2594)

Projekt: Aktive und passive Dämpfung von Schwingungen in Walzwerks-Antriebssystemen

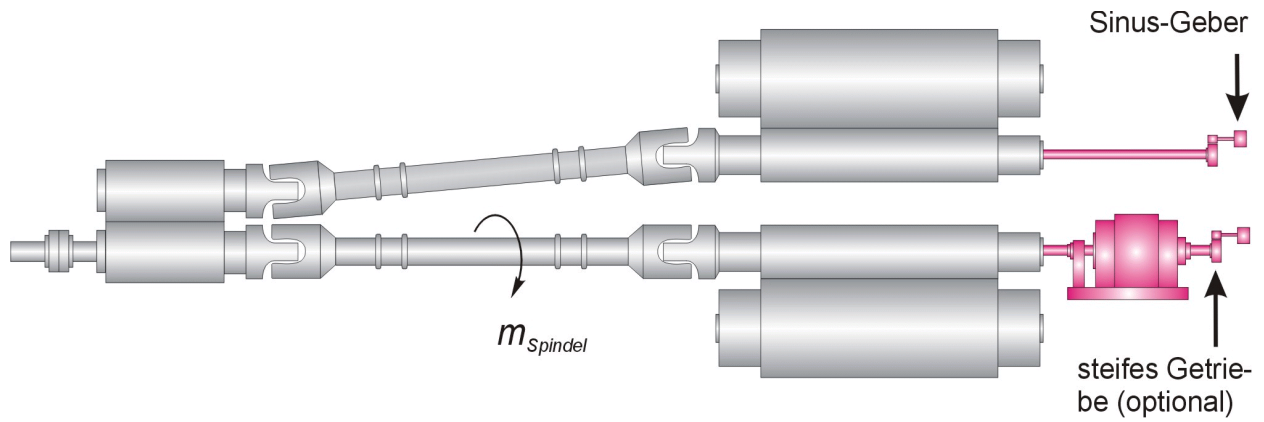


Bild 1: Integration eines zusätzlichen Antriebs zur aktiven Schwingungsdämpfung

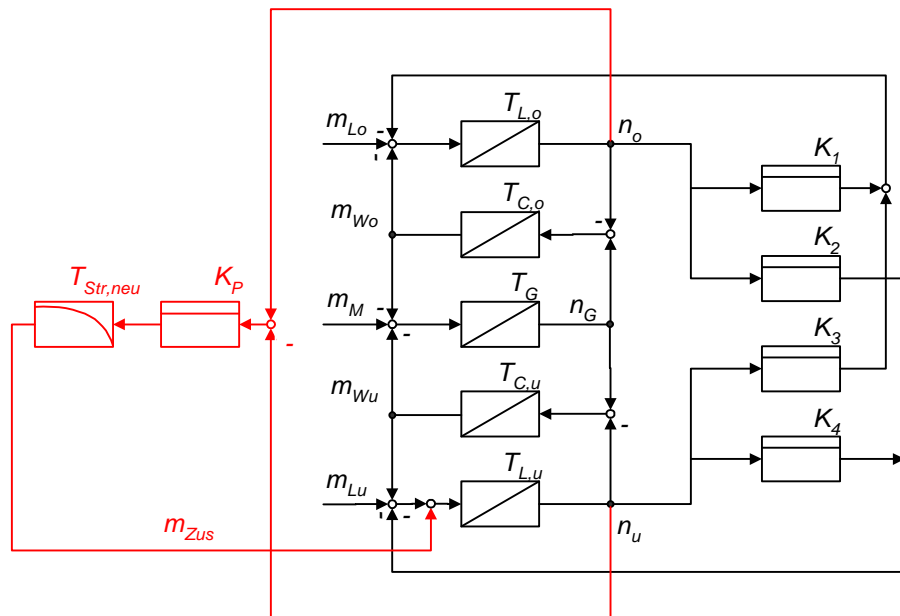


Bild 2: Strikture des Regelung des zusätzlichen Antriebs

Projektübersicht

Projektleiter: Dr.-Ing. Ernst-August Wehrmann
Tel.: +49-5323-72-2595
E-Mail: wehrmann@iee.tu-clausthal.de

Arbeitsgruppe Elektrische Energietechnik

- **Berechnung der magnetischen Ersatzflußdichte bei beliebig permeablen und leitfähigen Materialien (MAGNETO)**

Es wird ein Verfahren zur Berücksichtigung magnetisch leitfähiger Schirmmaterialien bei der Feldberechnung auf Basis von Biot-Savart entwickelt. Zur Validierung wurde ein spezielles Mehrpunkt-Meßsystem aufgebaut zur gleichzeitigen Messung des Zeitverlaufes der drei Raumkoordinaten der magnetischen Induktion an mehreren (zunächst 4) Raumpunkten mit den dazugehörigen Erregungen. Erste Vergleiche zwischen Berechnung und Messung in einer Modellanordnung zeigen gute Übereinstimmung

Bearbeiter: Dipl.-Ing. Wiznerowicz

- **Projektorientiertes multimediales Studium Elektro- und Informationstechnik (PROMISE)**

Für das formal in 2001 ausgelaufene PROMISE-Projekt konnte beim niedersächsischen Ministerium für Wissenschaft und Kultur (MWK) für die zwei Clausthaler Teilprojekte eine einjährige Weiterfinanzierung zum Abschluss der Arbeiten und zur Anknüpfung an die Folgeprojekte gewonnen werden.

Dadurch konnte eine Datenbankverwaltung der Simulationsaufträge implementiert werden, wodurch in Zusammenhang mit einem neuen Rechnerpool (s. CIP) Engpässe beim Simulatorzugang vermieden werden. Seit dem WS 2001/02 sind damit die im PROMISE-Projekt entwickelten Simulationsmodule fester Bestandteil der Ausbildung im Rahmen des Praktikums Energieelektronik.

Bearbeiter: Dipl.-Ing. Dowrueng

- **Elearning Academic Network Niedersachsen (ELAN)**

Im Rahmen der ELAN-Initiative des Landes Niedersachsen stellt die TU Clausthal einen der drei "Netzpiloten" in Niedersachsen, gemeinsam mit der Universität Göttingen. Die Netzpiloten haben die Aufgabe, die sogenannten "Portale" für den Zugang zu live übertragenen "Teleteaching-Veranstaltungen", multimedial aufbereiteten Lehrmodulen, und Web basieren-

den Trainings-(Simulations-)Modulen bereitzustellen.

Das **IEE** wird in diesem Rahmen die Vorlesung Grundlagen der Elektrotechnik als “Teleteaching-Veranstaltung” und Simulationsmodule für elektrotechnische Grundlagenversuche zur Unterstützung der Ausbildung in der Technischen Informatik anbieten.

Die im PROMISE-Projekt gewonnenen Erfahrungen werden beim Aufbau dieser Module genutzt.

Bearbeiter: Dipl.-Ing. Dowrueng, Dipl.-Ing. M’Buy

Projekt:	Berechnung der magnetischen Ersatzflussdichte von Schienenfahrzeugen bei beliebig permeablen und leitfähigen Materialien
Problem:	Ausgehend vom Biot-Savartschen Gesetz soll die magnetische Ersatzflussdichte berechnet werden, die von elektrischen Strömen hervorgerufen wird. Dabei soll die Schirmwirkung elektrisch und magnetisch beliebig leitfähiger Materialien berücksichtigt werden.
Ziel:	Im Rahmen des Projektes soll ein Rechnerprogramm entwickelt werden, das für beliebige Leiteranordnungen die magnetische Ersatzflussdichte ermittelt. Das Rechnerprogramm wird der Bestimmung der magnetischen Ersatzflussdichte in der Projektierungsphase elektrisch betriebener Züge dienen.
Stand der Technik:	Am IEE wurde bereits ein Programm zur Berechnung der magnetischen Ersatzflussdichte entwickelt, das die Schirmwirkung elektrisch leitfähiger Materialien durch eine modellhafte Nachbildung der in sie induzierten Wirbelströme nachbildet. Die Nachbildung der Wirbelströme erfolgt manuell.
Lösungsweg:	Das bestehende Programm wird um Algorithmen erweitert, die es möglich machen, die Schirmwirkung beliebig permeabler Materialien zu berechnen. Anschließend werden Messungen durchgeführt, um die theoretischen Betrachtungen zu überprüfen und abzusichern.
Projektstand:	<ul style="list-style-type: none">- ein Verfahren zur Berechnung von magnetisch inhomogenen Anordnungen wurde entwickelt- das Verfahren wurde in einen Berechnungsalgorithmus umgesetzt- der Berechnungsalgorithmus wurde als Ergänzung in das bereits vorhandene Rechnerprogramm integriert- erste Vergleiche zwischen Rechnung und Messung wurden mit Erfolg durchgeführt- weitere Messungen an realen technischen Anordnungen werden vorbereitet

Prüfstand:	Ein Prüfstand für projektbegleitende Messungen ist vorhanden.	
Bearbeiter:	Dipl.-Ing. Jan Wiznerowicz wiznerowicz@iee.tu-clausthal.de	(Tel: 72-2572)
Projektleiter:	Dr.-Ing. Ernst-August Wehrmann	(Tel.: 72-2595)

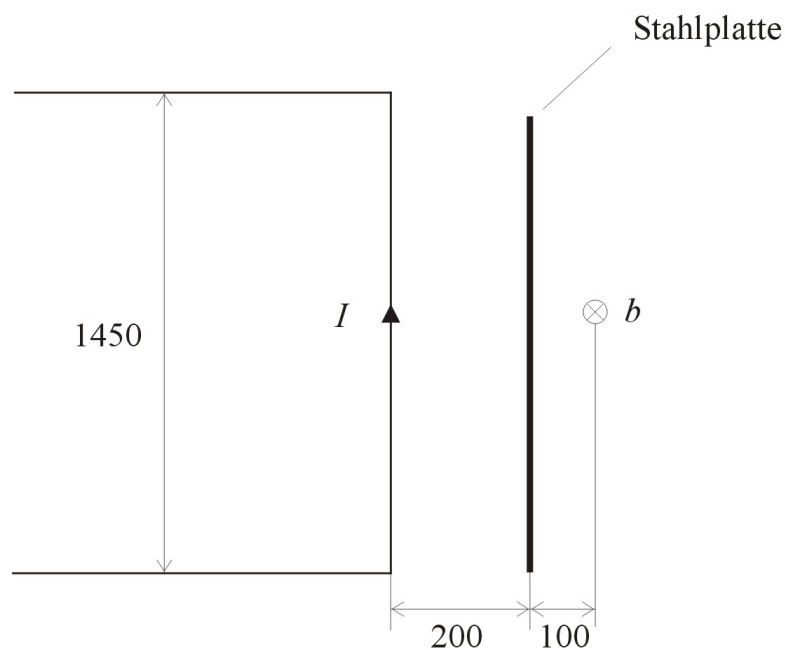


Bild 1: Die Messanordnung besteht aus einem Leitersystem und einer Schirmplatte aus Stahl. Das Leitersystem ist aus einem zu- und abführenden und einem senkrechten Leiter aufgebaut. Die 1 m breite Schirmplatte ist in einem Abstand von 0,2 m mittig zum senkrechten Leiter angebracht. Die Messungen werden auf einer Messgeraden b 0,1 m vor der Schirmplatte durchgeführt.

Projekt:

Berechnung der magnetischen Ersatzflussdichte von Schienenfahrzeugen bei beliebig permeablen und leitfähigen Materialien

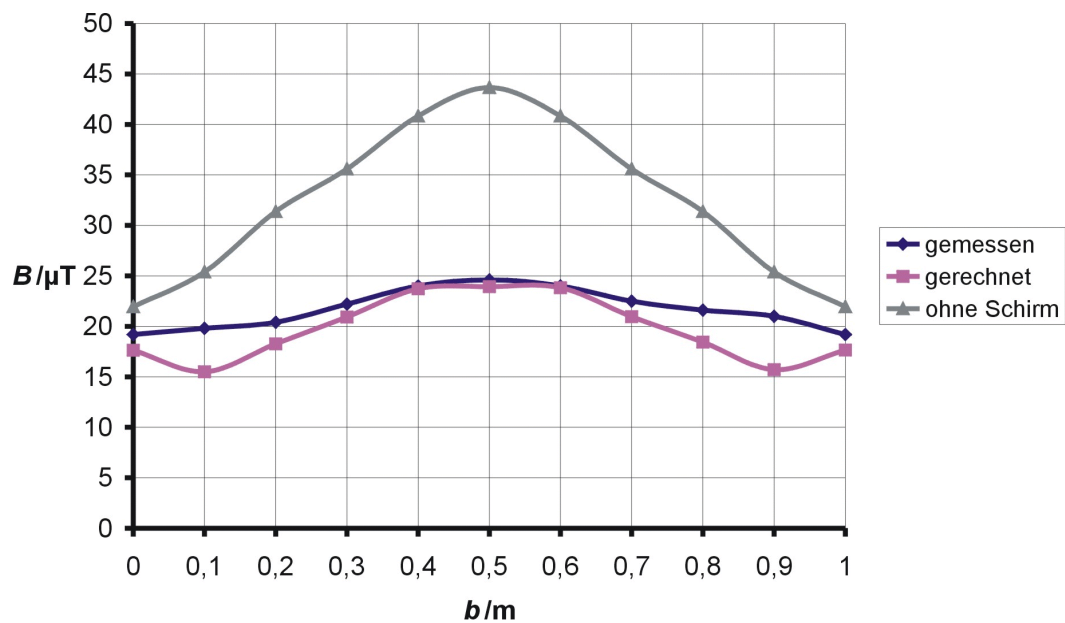


Bild 2: Die Abbildung zeugt die magnetische Flussdichte B ohne Schirmplatte sowie als Rechen- und Messergebnis mit Schirmplatte. Messung und Berechnung weisen eine gute Übereinstimmung auf.

Projekt: „PROMISE“

Projektorientiertes multimediales Studium Elektro- und Informationstechnik
„PROMISE“
Multimedia-Förderprogramm für Hochschulen in Niedersachsen
Verbundprojekt ET/IT der Universitäten Hannover / Braunschweig
Clausthal

**Projektziele
und Lösungsweg:**

Siehe Jahresbericht 1999, 2000 und 2001

Projektstand:

Nur das Hauptziel für das Fortsetzungsjahr, die Datenbankverwaltung der Simulationsaufträge, konnte durchgeführt werden. Weitere Ziele, wie die weiterführende Zusammenarbeit zwischen C1 und C2 im Bereich Signalprozessorhardware und die Verbreitung der entwickelten interaktiven Online- Lehr-/ Lernumgebung für den Entwurf und die Simulation leistungselektronischer Schaltungen an anderen Universitäten und Fachhochschule, konnte aus Zeitgründen nicht durchgeführt werden.

Die Aufgabe der Simulationsauftragsverwaltung besteht unter anderem darin, die ankommenden Aufträgen auf verschiedene Simulatoren zu verteilen, damit sie gleichmäßig belastet sind und somit der Fernbenutzer am schnellsten das gewünschte Simulationsergebnis präsentiert bekommt. Die Datenbankverwaltung prüft zunächst, ob bereits ein Simulationsergebnis mit z. Zt. maximal 3% abweichenden Eingabeparametern vorliegt. Falls dies der Fall ist, wird das Ergebnis dem Fernbenutzer sofort zurückgeschickt. Dadurch erhöht sich die verfügbare Rechenkapazität insgesamt sehr.

Die Einbindung des CIP-Pools „Software gestützte Produktentwicklung“, die bereits in Jahresbericht 2001 unter Erweiterungsmöglichkeit skizziert wurde, ist ebenfalls realisiert worden. Dadurch sind bis auf weiteres keine Engpässe der Rechenkapazität z. B. bei der Mitbenutzung dieses Simulationszugangs im Rahmen der ELAN1- und ELAN2- Projekten sowie die Benutzung durch andere Hochschule und sonstige Interessenten zu befürchten. Der eingeschränkte Zugang nur für Projektpartner (Domäne TU Braunschweig, TU Clausthal und

Universität Hannover) wurde somit aufgehoben.

Sollte der Simulationszugang dennoch hoch ausgelastet sein, erhalten Fernbenutzer Informationen, wie lange sie schätzungsweise auf Simulationsergebnis warten müssen. Zusätzlich bestehen Möglichkeiten, die Simulation abubrechen, das Simulationsergebnis zu späteren Zeiten durch Vergabe von Auftragsnummern abzuholen oder das Simulationsergebnis per E-Mail zu verschicken.

Weitere Funktionalitäten und Module der entwickelten interaktiven Online- Lehr-/ Lernumgebung für den Entwurf und die Simulation leistungselektronischer Schaltungen sind bereit in Jahresbericht 2000 und 2001 vorgestellt.

**Erweiterungs-
möglichkeit:**

Die nächste Steigerung für die Online- Lehr-/ Lernumgebung ist die Integration eines Kurventools mit verschiedenen Komfortmöglichkeiten zur Betrachtung und Auswertung der Simulationsergebnisse. Es wird empfohlen, statt es selbst zu erstellen, ein kommerzielles Kurventool einzusetzen. Die lizenzrechtlichen Gegebenheiten müssen jedoch sorgfältig geprüft werden. Diese Erweiterung könnte in Nachfolgeprojekten wie ELAN bearbeitet werden.

URL:

<http://www.promise.uni-hannover.de>

<http://www.iee.tu-clausthal.de/PROMISE>

Veröffentlichungen:

Präsentation auf internationalen Kongress "ZUKUNFT LERNEN - FUTURE LEARNING" am 30. und 31. Januar 2002 in Hannover

Bearbeiter:

Dipl.-Ing. Arnuphap Dowrueng
dowrueng@iee.tu-clausthal.de

(Tel: 72-3597)

Projektleiter:

Dr.-Ing. Ernst-August Wehrmann

(Tel.: 72-2595)

Projekt: ELAN - Elearning Academic Network Niedersachsen
ELAN Pilot Göttingen/Clausthal

Ziel: Die Technische Universität Clausthal ist zusammen mit der Universität Göttingen Netzpilot im Rahmen des von der Niedersächsischen Landesregierung geförderten Projektes “ELAN - Elearning Academic Network Niedersachsen”.

Hauptziel des Projektes ist es, im Rahmen der Informatik-Ausbildung Ressourcen zwischen den Universitäten Göttingen und Clausthal auszutauschen und zu bündeln, um an beiden Standorten eine hochwertige und umfassende Informatik-Ausbildung zu gewährleisten. Hierzu werden Lehrveranstaltungen live von einem Standort zum anderen übertragen oder den Studierenden als Web Based Trainings zur Verfügung gestellt. Außerdem werden Lernmodule für Weiterbildung entwickelt.

Das Institut für Elektrische Energietechnik beteiligt sich mit zwei Modulen an dieser innovativen Kooperation:

1. Lernmodul Grundlagen der Elektrotechnik in der Technischen Informatik
2. Simulationsmodule für Praktika und Vorlesung zu Grundlagen der Elektrotechnik für die technische Informatik.

Stand der Technik: siehe PROMISE- Projekt

Lösungsweg: Als Lernplattform ist ein “Learning Management Systems” CLIX und “Authoring Tool” Lecturnity zur Bearbeitung der Aufzeichnungen beide von der Firma imc ausgewählt. Für Simulationsmodule wird die im Rahmen des PROMISE-Projektes selbst erstellte Software eingesetzt und evtl. erweitert z. B. durch ein kommerzielles Kurventool, siehe PROMISE- Projekt.

Mit Erfahrungen aus dem PROMISE- Projekt sowie externen Erfahrungsberichten soll der Aufwand bei der Erstellung von Lernmodule kleinstmöglich gehalten werden.

Projektstand:	<ul style="list-style-type: none">- Projektstart ist der 01. November 2002.- Am 30. Oktober 2002 fand Clausthaler Kickoff-Sitzung statt.- Ein gemeinsamer Arbeitsplan ist ausgearbeitet worden.- Am 19. Dezember 2002 soll in Göttingen die gemeinsame Kickoff-Sitzung stattfinden.	
Veröffentlichungen:	<p>Pressemitteilung von 10. Oktober 2002 Mit ELAN: Göttingen und Clausthal kooperieren beim E-Learning in der Informatik http://idw-online.de/public/zeige_pm.html?pmid=53921</p> <p>URL: http://www.iee.tu-clausthal.de/ELAN</p>	
Bearbeiter:	Dipl.-Ing. Arnuphap Dowrueng dowrueng@iee.tu-clausthal.de	(Tel: 72-3597)
	Dipl.-Ing. Aime M'Buy mbuy@iee.tu-clausthal.de	(Tel.: 72-2176)
Projektleiter:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Hans-Peter Beck Dr.-Ing. Ernst-August Wehrmann	(Tel.: 72-2570) (Tel.: 72-2595)

Projektübersicht

Projektleiter: Dr.-Ing. Ernst-August Wehrmann
Tel.: +49-5323-72-2595
E-Mail: wehrmann@iee.tu-clausthal.de

Arbeitsgruppe Dezentrale Elektrische Energiesysteme

1. Clausthaler Lehr- und Demonstrationsanlage für Dezentrale Regenerative Energieversorgungssysteme (Energiepark Clausthal)

Die Aufgaben des **IEE** in diesem Verbundprojekt betreffen in 2002 folgende Teilprojekte:

► **Leitsystem** mit Ankopplung der Prozesskomponenten

Die komplette Hardware des Leitsystems (8 Industrierechner, Prozessankopplung, und Zusatzkomponenten in einem gekühlten Rechnerschränk und 4 Arbeitsplätze mit insgesamt 6 Monitoren und 3 Druckern) konnte in 2002 seinen endgültigen Raum in der neu errichteten CUTEC-Halle beziehen. Für Präsentationen wurden im Leitstand zwei Beamer mit einer Projektionsfläche von 3,20x1,20 m² installiert. Spezielles Mobiliar für den Leitstand steht derzeit noch aus.

Zur Definition des "Datenmodells" im Leitsystem wurde zunächst eine Systematik erarbeitet, innerhalb derer die Namenskonvention der Prozessvariablen weitestgehend dem Kraftwerks-Kennzeichnungs-System (KKS) entspricht und die die Möglichkeiten der Projektorientierten Programmierung innerhalb des Leitsystems ausnutzt (Prozessvariablen - Betriebsmittel - Anlagen als Vorlagen für reale Prozessobjekte).

Auf Basis dieser Festlegungen wurde inzwischen eine tabellarische Darstellung sämtlicher Prozessdaten eines typischen Blockheizkraftwerkes installiert, die dann leicht auf real fertig gestellte Kraftwerksmodule übertragen werden kann.

Bearbeiter: Dipl.-Ing. Dowrueng, Herr Koschnik

► Elektrischer Aufbau und Prozeßankopplung des **Pflanzenöl-BHKW**

Nach dem Totalschaden am ursprünglichen Elsbett-Aggregat wurde als Ersatzaggregat der VW TDI-Rumpfmotor vom CUTEC-Institut mit dem zugehörigen Asynchrongenerator auf einem Fundament zusammengebaut. Die Abgasführung und hydraulische Anbindung stehen jedoch noch aus. Erst im Anschluss wird vom **IEE** die Motorelektronik und die elektrische Leistungsanbindung realisiert.

► Einbindung von Meßdaten **externer Kraftwerke** (Wind, Wasser, PV)

Keine Änderung des Zustandes in 2002. Die Zählimpulse für Windkraft- und PV-Anlage

werden kontinuierlich erfasst, für das Wasserkraftwerk müssen von den Stadtwerken Clausthal-Zellerfeld noch Übertragungskomponenten installiert werden.

► **Energiekonditionierungsanlage** bestehend aus Batteriespeicher und Umrichter

In 2002 konnten die Aufträge für die Umrichteranlage an die Fa. Alstom / Berlin und für den Batteriespeicher an die Fa. BAE / Berlin vergeben werden. Beide Systeme werden in 2002 ausgeliefert. Vor der Inbetriebnahme sind erhebliche Umbauarbeiten im Bereich der Niederspannungshauptverteilung (NSHV) des CUTEC und Installationsarbeiten zwischen NSHV, Umrichter, Batterie und Leitsystem erforderlich. Diese werden z.T. extern vergeben und z.T. in Eigenleistung durch CUTEC und **IEE** erbracht. Am **IEE** wurde eine spezielle Steuerlogik entwickelt, die einerseits für den Energiekonditionierer die Netzanschlussbedingungen für Eigenerzeugungsanlagen sicherstellt und andererseits (bei entsprechender Betriebsart des Energiekonditionierers) die unterbrechungsfreie Versorgung des CUTEC-Netzes und sogar den "Schwarzstart" des Energieparks ermöglicht.

Bearbeiter: Dipl.-Ing. Ropeter, Herr Just, Herr Koschnik

► **Analyse des CUTEC-Netzes** und der Verbraucherstruktur

Das für den stabilen Betrieb erforderliche RC-Filter wurde zunächst im Institut provisorisch aufgebaut und komplett vermessen. Besonderer Wert wurde auf die Reduzierung von Schalt-Stromspitzen gelegt.

Der zeitliche Verlauf des Lastflusses zwischen den sehr verschiedenen Erzeugungseinheiten des Energieparks auf der einen Seite und den CUTEC-Verbrauchergruppen auf der anderen Seite soll mit Hilfe des Netz- und Trainingssimulators (NES), der integraler Bestandteil des Leitsystems ist, für unterschiedliche Szenarien vorausberechnet werden. Hieraus sollen wichtige Erkenntnisse für die erforderliche Fahrweise der einzelnen BHKWs abgeleitet werden, damit der Batteriespeicher auf einem sinnvollen Ladungszustand gehalten werden kann.

Im Rahmen einer NES-Schulungsmaßnahme stellte sich heraus, dass diese Komponente auf unserem Leitsystem nicht korrekt konfiguriert ist. Hier sind Nachbesserungen durch den Lieferanten erforderlich.

Bearbeiter: Dipl.-Ing. Wang

● **Clausthaler Labor für Plant Design and Virtual Manufacturing (VR-Labor)**

Im Rahmen dieses Projektes wird ein virtueller Rundgang durch den Energiepark Clausthal erstellt. Die Lösungswege dazu sind skizziert und die Werkzeuge beschafft. So ist z.B. die Verknüpfung der virtuellen Umgebung mit echten Videobildern und aktuellen Prozessdaten

Projektübersicht

vorgesehen. Das hierzu erforderliche Sicherheitskonzept muss in Abstimmung mit den am Energiepark beteiligten Partnern noch sorgfältig abgestimmt werden

Bearbeiter: Dipl.-Ing. Dowrueng

● **Multimedia-Infrastruktur zur Einbindung des Energieparks Clausthal im Rahmen eines neuen internationalen Studienganges “Energy Management (BA)”**

Im Rahmen einer Multimedia-Innovationsoffensive des Landes Niedersachsen wurde ein gemeinsamer Antrag der TU Clausthal und der Universität Lüneburg genehmigt, mit dem der Energiepark Clausthal mit multimedialen Hilfsmitteln hochschulübergreifend in die Ausbildung einbezogen werden kann. Die genehmigte Ausstattung gliedert sich in folgende Bereiche:

- < Die “Energieparküberwachung” ermöglicht online eine audio-visuelle Beobachtung per Internet von vielen Energieparkkomponenten über Web-Kameras und Audiomodule.
- < Der “vollständige Zugriff” auf den Energiepark über ist über eine spezielle Anbindung mit einem Bedienplatz des Leitsystems im Multimedia-Seminarraum des CUTEC möglich. Die Multimedia-Ausstattung ermöglicht die vollständige Übertragung einer “Teleteaching-Veranstaltung” per Video- und Datenkanäle zu einem oder mehreren entsprechend ausgestatteten Multimedia-Hörsälen (z.B. in Lüneburg).
- < Mit Hilfe einer entsprechenden “Videokonferenztechnik” können Aktionen mit dem Bedienpersonal des Energieparks abgestimmt und über einen normalen Internetzugang verfolgt werden. An der Uni Lüneburg werden durch **IEE**-Personal zwei Videokonferenzsysteme installiert.

Bearbeiter: Dipl.-Ing. Dowrueng, Herr Knochen (CUTEC)

● **Ein neuartiges Windenergie-Speichersystem mit ungekühlter Druckluft**

Druckluft-Speicherkraftwerke existieren bereits in einer Leistungsklasse von einigen hundert MW (z.B. Huntorf). Ein Nachteil dieser Systeme liegt im Verlust der Kompressionswärme, die während der Kompressionsphase herausgekühlt wird und/oder über die Wandung des Druckspeichers (Huntorf: Salzkaverne) verloren geht. Während der Entspannungsphase muss diese Energie wieder zugeführt werden, um Vereisung zu vermeiden.

Zur Validierung der inzwischen weiterentwickelten Simulationsmodule wird der am Institut für Tribologie und Energiewandlungsmaschinen existierende Prüfstand zur Speicherung heißer Druckluft durch einen hochtourigen Synchrongenerator (16.000 min^{-1}), dazugehörigen Drehzahlgeber und einen Pulswechselrichter ergänzt. Das Prüfstandskonzept ist entwickelt, die Komponenten sind zum größten Teil geliefert.

Bearbeiter: Dipl.-Ing. Mohamed

Projekt: Energiepark Clausthal
Teilprojekt Leitsystem und Prozessankopplung (IEE)

Projektstand: Mitte des Jahres 2002 zog das Leitsystem vom **IEE** in die Energieparkhalle des CUTEC um und wurde dort provisorisch aufgebaut. Das Rechnersystem, siehe Jahresbericht 2001, ist in einem Industrieschrank weitgehend integriert. Die Schulungen zum Leitsystem sind abgeschlossen. Es ist jedoch keine Schulung für die Programmierung am Leitsystem vorgesehen. Ein Teil dieser Erkenntnisse wird von der Schulung für den Netz- und Trainingssimulator erwartet. Die Schulung konnte bisher aus technischen Gründen nicht stattfinden.

Eine Namenkonvention zur Bezeichnung von Prozessvariablen nach dem Kraftwerk-Kennzeichnung-System (KKS) wurde einheitlich für das gesamte Energiepark-Projekt vereinbart. Die variable Motor-temperatur des Biodiesel-BHKW hat beispielsweise den Namen M1_MJA1_CT01_ae_T-Mot. Das Datenmodell wurde nach dieser Namenskonvention erstellt, wobei die strukturelle Gliederung des KKS in der objektorientierten Programmierung des Datenmodells in vollen Umfang berücksichtigt ist. Dieser Aufwand lohnt sich nach bisheriger Erfahrung für kleine Anlagen wie im Energiepark nur eingeschränkt, da der strikte KKS-Teil z. B. hier _MJA1_CT01_ae_ meist übersehen wird oder zum Teil sogar störend wirkt. Der strikte KKS-Teil beträgt mehr als die Hälfte der Gesamtlänge. Jedoch wird nach intensiven Diskussionen und Überlegungen die Namenbezeichnung nach dem KKS beibehalten.

Es hat sich gezeigt, dass das Leitsystem für die Energiepark-Anwendung komplex und recht umfangreich ist. Daher wurden verschiedene Aufgaben aus diesem Teilprojekt ausgegliedert, z. B. die Internet-Anbindung an das Projekt Clausthaler Labor für "Plant Design und Virtual Manufacturing". Außerdem wurde eine Trennung zwischen Leitsystem und Netz-Trainingsimulation durchgeführt. Die Netz- und Trainingsimulation wird im Teilprojekt Struktur-Analyse des CUTEC-Verbrauchernetzes bearbeitet. Da die Namenskonvention einheitlich für das gesamte Energiepark-Projekt vereinbart ist, kann für den elektrischen Teil das Datenmodell aus der Arbeit am Netz- und Trainingsimulator übernommen werden.

Ferner sind zur Vereinfachung der Arbeit am Leitsystem zwei Hauptziele festgelegt worden.

1. Die Visualisierung soll zunächst in einfachster Form erstellt werden.
2. Die Prozesswerte sollen minütlich für Gesamtprojektzeitraum archiviert werden.

Für das erste Hauptziel wurde zunächst ein Datenmodell für BHKWs, siehe Bild 1, anschließend ein Beobachtungsbild in Tabellenform, siehe Bild 2, und ein Bedienbild, siehe Bild 3, erstellt worden. Nach diesem Konzept sind weitere Anlagen an das Leitsystem eingebunden. Außerdem sind Vorlagen für verschiedene Kurvenverläufe definiert, siehe Bild 4.

Das zweite Hauptziel der Archivierung stellte am Anfang ein großes Problem dar. Auch der Leitsystemlieferant hatte keine Lösung anzubieten. Ende November konnte eine Erfolg versprechende Lösung konzipiert werden, die auch zum großen Teil erfolgreich getestet ist.

URL:

<http://www.dresy.de>

Bearbeiter:	Dipl.-Ing. Arnuphap Dowrueng dowrueng@iee.tu-clausthal.de	(Tel: 72-3597)
Projektleiter:	Dr.-Ing. Ernst-August Wehrmann	(Tel.: 72-2595)

Projekt:

Energiepark Clausthal
Teilprojekt Leitsystem und Prozessankopplung (IEE)

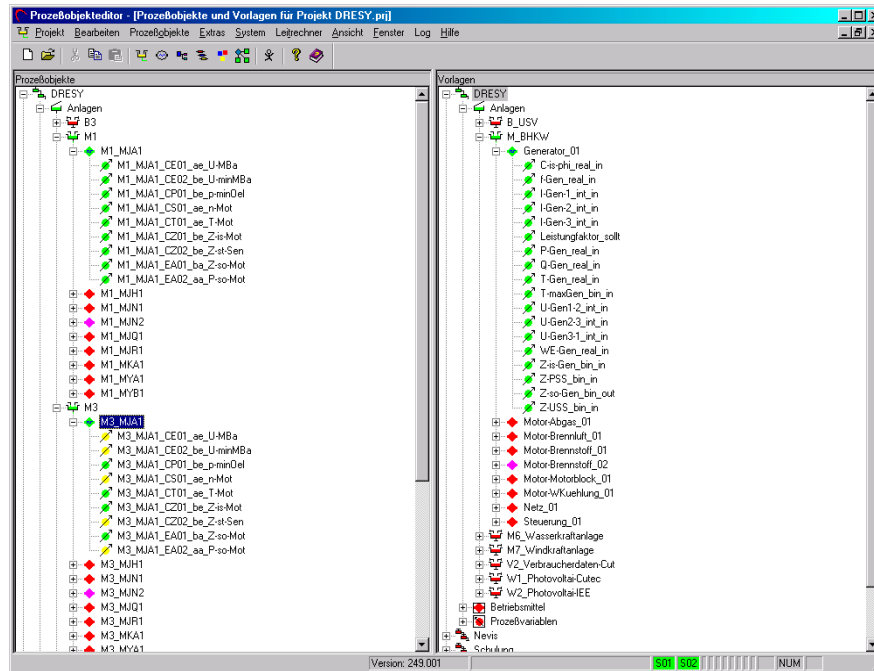


Bild 1: Datenmodell für ein typisches BHKW

Brennluft			
Brennluftmassenstrom	M1_MJO1_CT01_ae_M-Blu	3.032,8	kg/h
Lufttemperatur	M1_MJO1_CT01_ae_T-Blu	24,4	°C
Abgas			
Abgaskonzentration O2	M1_MJO1_CT01_ae_c-O2	0,0	%
Abgaskonzentration CO2	M1_MJO1_CT01_ae_c-CO2	0,0	%
Abgaskonzentration CO	M1_MJO1_CT01_ae_c-CO	0,0	%
Abgaskonzentration NO	M1_MJO1_CT01_ae_c-NO	0,0	%
Abgastemperatur	M1_MJO1_CT01_ae_T-Abg	14,9	°C
Generator			
Generatorspannung L1 L2	M1_MKA1_CE01_ae_U-Gen1-2	387	V
Generatorspannung L2 L3	M1_MKA1_CE02_ae_U-Gen2-3	386	V
Generatorspannung L3 L1	M1_MKA1_CE03_ae_U-Gen3-1	386	V
Generatorstrom L1	M1_MKA1_CE04_ae_I-Gen-1	0	A
Generatorstrom L2	M1_MKA1_CE05_ae_I-Gen-2	0	A
Generatorstrom L3	M1_MKA1_CE06_ae_I-Gen-3	0	A
Generator Wirkleistung	M1_MKA1_CE07_ae_P-Gen	0,0	kW
Generator Blindleistung	M1_MKA1_CE08_ae_Q-Gen	0,0	kvar
Leistungsfaktor	M1_MKA1_CE09_ae_C-is-phi	0,9	
elektrische Arbeit	M1_MKA1_CE10_ae_W-Gen	33,5	kWh
Generatorfrequenz	M1_MKA1_CS01_ae_f-Gen	50,0	Hz
Generatortemperatur	M1_MKA1_CT01_ae_T-Gen	14,9	°C
Generatorschutz Rückmeldung	M1_MKA1_CZ01_ae_Z-is-Gen		
Steuerung			
Not-Aus ausgelöst	M1_MYA1_CZ01_ae_Z-NotAus		
Lokal Extern Betrieb	M1_MYA1_CZ02_ae_Z-LokExt		
Mes. Störung	M1_MYA1_CZ04_ae_Z-st-Mes		
Service Freigabe	M1_MYA1_EH01_ae_Z-SerFr		

Bild 2: Tabellarische Darstellung der Prozeßvariablen eines BHKW

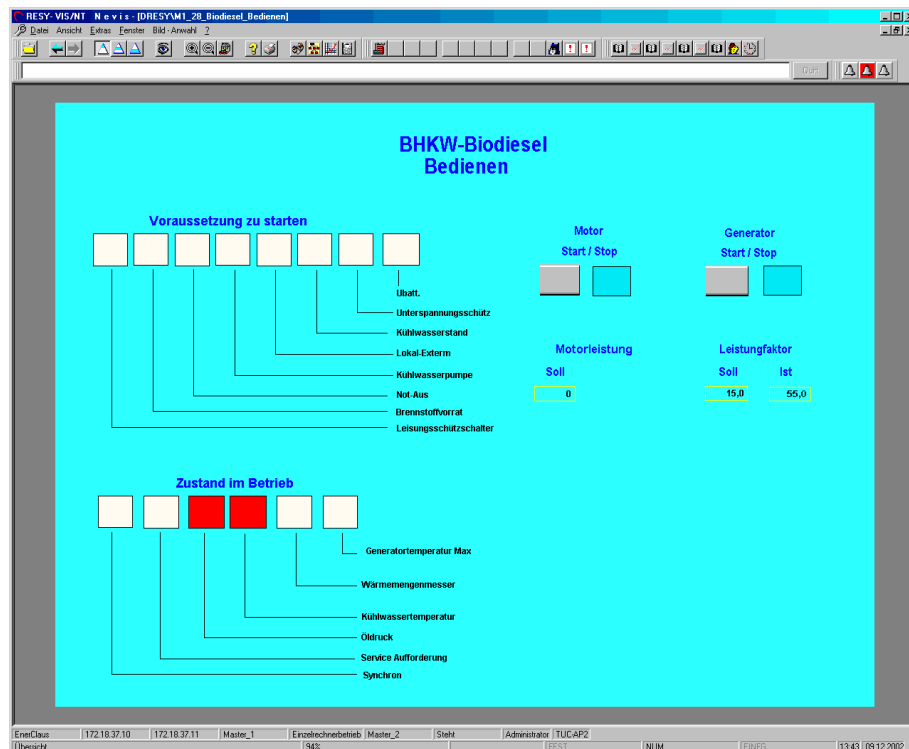


Bild 3: Bedienfenster für das Biodiesel-BHKW

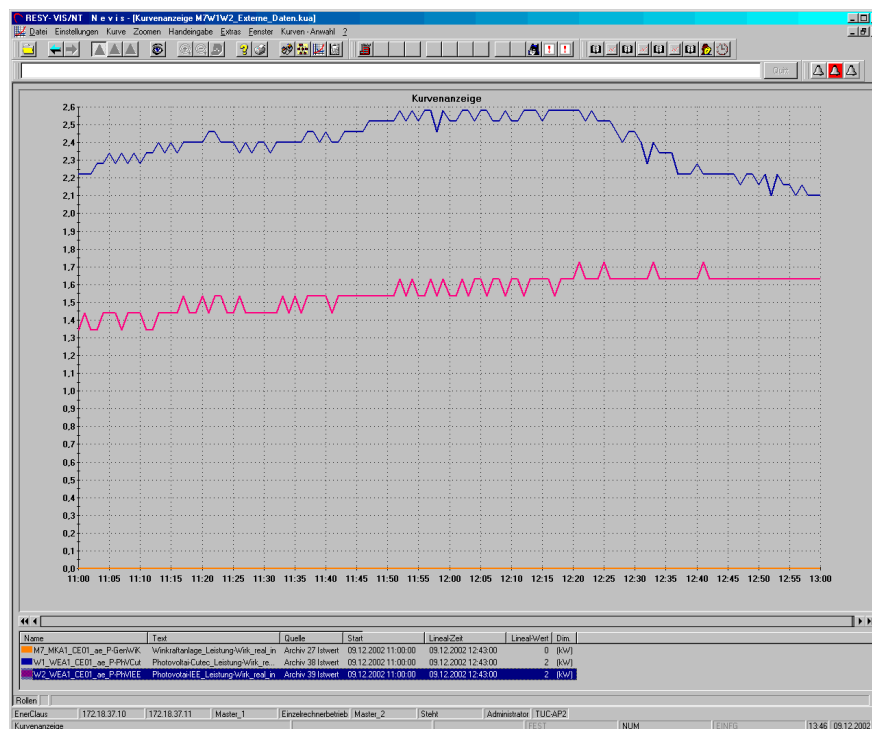


Bild 4: Grafische Darstellung zweier Prozeßvariablen (Wirkleistung der Windkraftanlage und der CUTEC-Photovoltaikanlage)

Projekt: Energiepark Clausthal
Teilprojekt Energiekonditionierungsanlagen (IEE)

Projektstand: Ein Ziel des Projektes “Energiepark Clausthal” ist die Demonstration einer elektrischen Vollversorgung des CUTEC Gebäudes. Um dies zu ermöglichen muss die erforderliche Energie im Bereich von einigen Millisekunden bereitgestellt werden. Dazu wird ein hochdynamischer Umrichter mit Energiespeicher eingesetzt. Das Jahr 2002 war im Wesentlichen gekennzeichnet durch Ausschreibung, Angebotsbewertung, Verhandlung und Abwicklung der beiden Teilsysteme “Umrichteranlage” und “Batteriespeicher”.

Umrichteranlage

Die Ausschreibung der Umrichteranlage hat ergeben, dass das ursprünglich geplante redundante Doppelsystem aus finanzieller Hinsicht nicht realisierbar war. Die Anforderungen mussten daher auf ein Einzel-System mit erhöhten Anforderungen reduziert werden. Den Zuschlag im Rahmen der Ausschreibung erhielt die Fa. Alstom aus Berlin. Die Umrichteranlage besteht aus folgenden Hauptkomponenten:

- Frequenzumrichter ALSPA MD2000 650 kVA
- Netztransformator 460 kVA
- Drehstrom- und Gleichstromleistungsschalter

Damit die Umrichteranlage in das bestehende Netz integriert werden kann, mussten einige vorbereitende Maßnahmen durchgeführt werden. Hierzu gehören:

- die Nachrüstung des bestehenden Netzkupplerschalters des CUTEC mit einem Motorantrieb, um so eine automatische Synchronisation zu ermöglichen
- Erweiterung der bestehenden Niederspannungshauptverteilung (NSHV)
- Schaffung der baulichen Voraussetzungen, insbesondere Abtrennung eines abgeschlossenen Batterieraumes, Installation von Kabelbühnen und Abluftkanälen

Die bereits im vergangenen Jahr durchgeführte Netzanalyse hat ergeben, dass für einen stabilen Netzbetrieb einer Reduzierung der auftretenden Oberschwingungen durch ein RC-Filter notwendig ist. Dieser RC-Filter wurde ausgelegt und im IEE aufgebaut und getestet. Weitere Details finden sich unter dem Teilprojekt RC-Filter.

Die Lieferung der Umrichteranlage ist für Mitte Dezember 2002 geplant, die Inbetriebnahme soll bis Ende Januar 2003 erfolgen. In Abbildung 1 ist die Umrichteranlage bereits um Prüffeld bei der Fa. Alstom zu sehen.

Batteriespeicher

Die Festlegung des Umrichters hatte auch Auswirkungen auf die Auslegung des Batteriespeichers, da durch den Umrichter die Spannungsgrenzen im DC-Zwischenkreis und damit die max. und min. Batteriespannung festgelegt sind. Weitere Randbedingungen bei der Auslegung waren der erforderliche Energieinhalt der mit 100 kWh bei 1/2 stündiger Entladung festgelegt wurde und der max. Strom von 1000 A. Aus diesen Anforderungen ergab sich eine Anzahl von 276 Zellen (Reihenschaltung) mit einer Nennkapazität von ca. 450 bis 800 Ah, je nach Batterietyp und Hersteller.

Den Zuschlag im Rahmen der Ausschreibung erhielt die Firma BAE Berliner Batteriefabrik GmbH. Im Einzelnen besteht die Gesamtanlage aus folgenden Komponenten:

- 184 Stk Batterien 6V 90GiV 225
- 1 Stk Batterieüberwachungssystem Typ BMS AS
- 4 Stk Gestelle

Aus Kosten/Nutzen Gesichtspunkten war es in diesem Fall sinnvoll zwei Batteriestränge mit insgesamt niedrigerer Leistung parallel zuschalten. Problematisch bei der Parallelschaltung ist eine ungleiche Stromaufteilung zwischen den beiden Strängen. Da in diesem Projekt auch ein umfangreiches Monitoring der Batterieanlage mit Erfassung von jeweils 12 V Blockspannungen vorgesehen ist, hätte durch die Parallelschaltung auch das Monitoringsystem doppelt ausgeführt sein müssen. Um diese Effekte zu reduzieren wurde eine besondere Verschaltung gewählt die einer Art "Gitterstruktur" entspricht. Hierdurch wird erstens das Monitoring auf ein erforderliches System reduziert und außerdem eine wesentlich gleichmäßigere Stromaufteilung erreicht. Eine Prinzipskizze der gewählten Verschaltung ist im Bild 2 dargestellt.

Projekt: Energiepark Clausthal
Teilprojekt Energiekonditionierungsanlagen (IEE)

Bearbeiter: Dipl.-Ing. Carsten Ropeter (Tel: 72-2593)
carsten.ropeter@tu-clausthal.de

Projektleiter: Dr.-Ing. Ernst-August Wehrmann (Tel.: 72-2595)



Bild 1: Umrichteranlage im Prüffeld bei der Fa. Alstom in Berlin

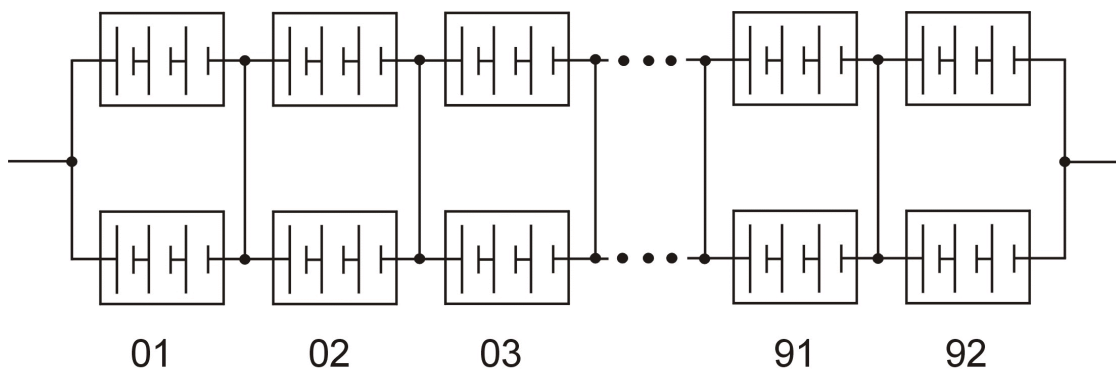


Bild 2: Schematische Darstellung der Verschaltung der beiden Batteriestränge. Es sind jeweils 92 Batterien des Typs 6 V 90GiV 225 in Reihe geschaltet. Die Gesamt(nenn)spannung beträgt daher 552 V. Durch die gewählte Sonderverschaltung ergibt sich eine Gitterstruktur, die eine Stromaufteilung ermöglicht, die sich der individuellen Charakteristik der einzelnen Batterien (I-U Kennlinie) ergibt. Diese Verschaltung erscheint insbesondere dann sinnvoll, wenn der Batteriespeicher stark teilzyklisch betrieben wird, und sich der Ladezustand i. d. R. im Bereich zwischen 50 - 90 % befindet.

Projekt: Energiepark Clausthal
Analyse des CUTEK-Netzes und der Verbraucherstruktur

Problem: Für den Betrieb des Energiepark Clausthal ist ein RC-Filter erforderlich, der im IEE aufgebaut und in Betrieb genommen wurde. Beim Einschalten der Kondensatoren tritt ein hoher Einschaltstrom auf. Der Scheitelwert des Einschaltstroms kann das 10-20 fache des Bemessungsstroms eines Kondensators erreichen. Hierdurch werden die Kondensatoren gefährdet und das Netz gestört. Aus diesem Grund wurde ein Kondensatorschutz aus Hilfskontakten und Vorwiderständen vorgesehen, um den Einschaltstrom zu bedämpfen. Bild 1 zeigt die Schaltung des RC-Filters, das sich in zwei unterschiedlichen Schaltzuständen „Parallelbetrieb“ und „Inselbetrieb“ befinden kann. Für jede Stufe werden zunächst die Vorwiderstände R_1 durch Einschalten der entsprechenden Schalter K_{12} , K_{22} und K_{32} in Reihe mit den Kondensatoren eingeschaltet und dann durch Einschalten der Schalter K_{11} , K_{21} und K_{31} überbrückt. Dieser Vorgang bedeutet eine Vorladung für die Kondensatoren, die so vor zu hohem Einschaltstrom geschützt werden. R_2 sind Schnellentladewiderstände.

Nach Bild 1 wurden Simulationen mit Daten des CUTEK-Netzes bei Parallelbetrieb und Inselbetrieb sowie die Messungen zunächst im IEE durchgeführt.

- Bild 2 zeigt den simulierten Verlauf des Einschaltstroms ohne Vorwiderstand R_1 am Beispiel beim Parallelbetrieb, er kann maximal 600A, das ist das 12-fache des Bemessungsstromes des Kondensators (i_{CNmax}), erreichen.
- Die Einschaltströme mit Vorwiderstand R_1 sind deutlich vermindert, sie liegen zwischen dem 2-4-fachen des i_{CNmax} bei verschiedenen Einschaltpunkten und Vorwiderständen. Bild 3 zeigt den simulierten Verlauf des Einschaltstroms mit $R_1=1,5 \text{ S}$ bei Parallelbetrieb.
- Die Messungen zeigen, dass der Einschaltstrom mit Vorwiderständen ($1,5 \text{ S}$) bei beiden Betriebsarten auf das 2-5-fache des i_{CNmax} bedämpft werden kann, je nach Einschaltzeitpunkt (Phasenlage der Netzspannung). Im Inselbetrieb treten die Stromschwingungen beim Überbrücken des Vorwiderstandes auf, mit Werten

vom 2-10-fachen von i_{Cnmax} . Der Einschaltstrom am Beispiel des Parallelbetriebes wird im Bild 4 gezeigt

Die Untersuchungen der Energiekonditionierung im Grundschwingungsbereich ist in Vorbereitung mit dem „RESY-NES“ Netztrainingsimulator, einem Bestandteil des Leitsystems des Energieparks Clausthal

Bearbeiter:

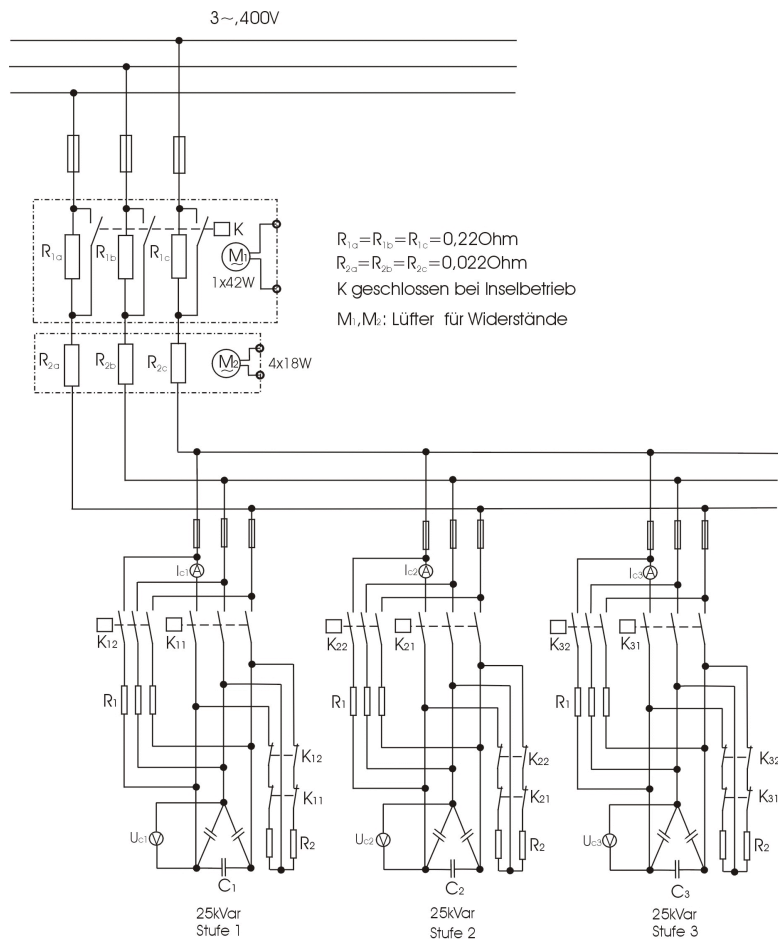
Dipl.-Ing. Zhiyong Wang
wang@iee.tu-clausthal.de

(Tel: 72-3702)

Projektleiter:

Dr.-Ing. Ernst-August Wehrmann

(Tel.: 72-2595)



Parallelbetrieb: Stufe 1

Inselbetrieb: Stufe 1 + Stufe 2 + Stufe 3, C₂ und C₃ jeweils nacheinander eingeschaltet

I_{c1}, I_{c2}, I_{c3} : Einschaltstrom; U_{c1}, U_{c2}, U_{c3} : Einschaltspannung

Bild 1: Schaltung des RC-Filters

Projekt:

Energiepark Clausthal

Analyse des CUTEC-Netzes und der Verbraucherstruktur

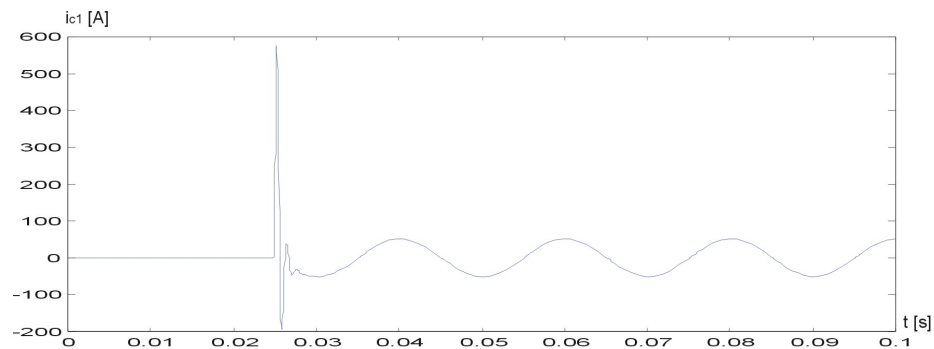


Bild 2: Einschaltstrom des RC-Filters beim Parallelbetrieb ohne Vorwiderstand (Simulation)

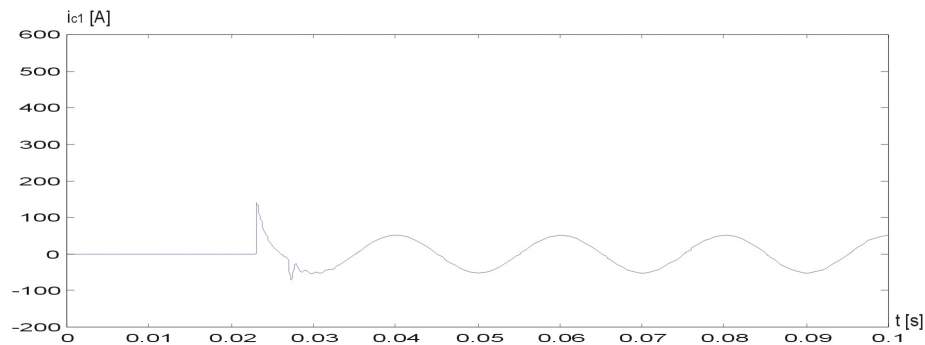


Bild 3 Einschaltstrom des RC-Filters beim Parallelbetrieb mit Vorwiderstand, $R_1 = 1,5\Omega$ (Simulation)

Bild 3: Einschaltstrom des RC-Filters beim Parallelbetrieb mit Vorwiderstand, $R_1 = 1,5 \text{ S}$ (Simulation)

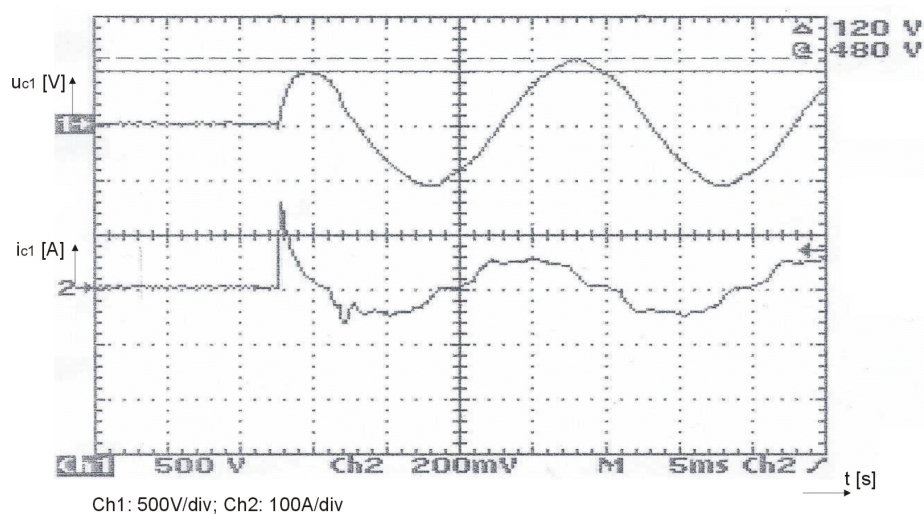


Bild 4: Einschaltspannung und -strom des RC-Filters beim Parallelbetrieb mit Vorwiderstand (Messung)

Projekt: Clausthaler Labor für "Plant Design und Virtual Manufacturing"

**Projektziele und
Stand der Technik:** Siehe Jahresbericht 2001

Projektstand: Durch Verzögerungen im Energiepark- Projekt konnten die Hauptarbeiten dieses Projektes nicht begonnen werden. Lediglich sind Lösungswege konzipiert und kleine Vorbereitungen z. B. Auswahl von Entwicklungsumgebungen sowie die Einarbeitung in verschiedenen Softwaretools durchgeführt werden.

Ende des Jahres 2002 kann das Projekt richtig gestartet werden. Es wird ein virtueller interaktiver Rundgang durch den Clausthaler Energiepark mit Hilfe von echten 3D- Bildern inklusive Einbindung von aktuellen Prozesswerten, Live- Bildern und -Audio erstellt. Eine Bedienung der Anlagen über diesen Zugang wird aus sicherheitstechnischen Gründen verhindert. Außerdem muss das Exportieren von aktuellen Prozesswerten strengsten Sicherheitsanforderungen unterworfen werden, die noch von der EDV-Abteilung des CUTEC und Rechenzentrum der TU Clausthal abgestimmt werden müssen. Das Sicherheitskonzept sowie die Webserverfunktionalität des Leitsystemlieferants werden derzeit als unzureichend angesehen.

Die interaktive 3D- Bilder werden mit den Softwarepaket QuickTime VR Authoring Studio der Firma Apple Computer, Inc. erstellt. Zur einfachen Einbindung von aktuellen Prozesswerten könnte Macromedia® Flash® eingesetzt werden, siehe PROMISE- Projekt.

Die Durchführung ist in zwei Phasen aufgeteilt. Zunächst soll probe-weise in einem sehr kleinen Teil des Energieparks und mit geringerer Bildqualität die Machbarkeit nachgewiesen sowie Erfahrungen gesammelt werden. In dieser Phase sollen außerdem die Kamera- und Audiomodulpositionen endgültig festgelegt und die Geräte installiert und vernetzt werden.

Nach erfolgreich abgeschlossener Probephase soll das Gesamtkonzept endgültig festgelegt werden. Die Erfahrungen aus der Probephase werden dabei eine entscheidende Rolle spielen, da dies noch ein fremdes Arbeitsgebiet für das **IEE** ist. Anschließend wird der virtuelle interaktive Rundgang durch den kompletten Clausthaler Energiepark in professioneller Qualität erstellt.

Bearbeiter:	Dipl.-Ing. Arnuphap Dowrueng, dowrueng@iee.tu-clausthal.de	(Tel: 72-3597)
Projektleiter:	Dr.-Ing. Ernst-August Wehrmann	(Tel.: 72-2595)

Projekt: Innovationsoffensive des Landes Niedersachsen zur Förderung des Multimediaeinsatzes in der Lehre

Aufgabenstellung: Für die hochschulübergreifende Lehre im neuen internationalen Studiengang “Energy - Management (BA)” der TU Clausthal und Universität Lüneburg gemeinsam mit KTH Stockholm, TU Malmö, University Odense und Åhus wird die Clausthale “Lehr- und Demonstrationsanlage für dezentrale regenerative Energieversorgungssysteme” durch moderne MultimediaKomponenten, Aufzeichnungs- und Übertragungssysteme im Rahmen der hochschulübergreifenden Innovationen ertüchtigt.

Ziel: Ziel des Vorhabens ist der Aufbau neuer hochschulübergreifender Strukturen zum Einsatz von Multimedia in Lehre, Studium und Weiterbildung für den Bereich Energiemanagement. Die Bündelung der Stärken der TU Clausthal und der Universität Lüneburg ergänzt durch Kooperationen mit europäischen Partneruniversitäten soll eine Positionierung und Profilierung im Bereich inhaltlich und/oder didaktisch innovativer, multimedial unterstützter Präsenzlehre und bei der Virtualisierung von Angeboten für ein “lebenslanges Lernen an jedem Ort und zu jeder Zeit” ermöglichen, siehe Bild 1.

Drei Jahre vor dem ELAN-2006-Szenario möchten die TU Clausthal und die Universität Lüneburg mit dieser Ausstattung den Studierenden und an Weiterbildung interessierten Externen innovative Dienstleistungen anbieten. An (fast) jedem Ort zu (fast) jeder Zeit, einfacher Internet- Zugang vorausgesetzt, können abgestimmte und kundenspezifisch aufbereitete Lerninhalte des “Energy - Management - Network” aufgerufen und Teilnahme an Online-Veranstaltungen sowie Fernexperimente und Visualisierungen ermöglicht werden. Ein großer Teil der Lehrveranstaltungen des Studiengangs wird seminaristisch abgehalten. Ferner sollen die Fernzugriffe des Clausthale Energieparks für die Partneruniversitäten sowie für Fort- und Weiterbildungsangebote vom aktuellen Arbeitsplatz aus realisiert werden. Da der Studiengang gemeinsam von der TU Clausthal und der Universität Lüneburg mit internationalen Kooperationen getragen wird, sind alle rechtlichen Fragen der gegenseitigen Anerkennung von Studienleistungen und die Kooperation zwischen Fachbereichen weitgehend geklärt. Somit wird der internationale Studiengang “Energy - Management (BA)” der erste Studiengang nach dem Konzept “eLearning

Academic Network Niedersachsen”.

Der Zugriff auf das Leitsystem des Clausthaler Energieparks muss besondere Sicherheitsanforderung erfüllen, da der Clausthaler Energiepark, wie oben erwähnt, den vollständigen Gebäudekomplex des CUTEC- Instituts versorgen wird. Es werden deshalb nur zwei Formen von Fernzugriffen realisiert.

1. Vollständiger Zugriff auf das Leitsystem des Clausthaler Energieparks:

Hierzu wird ein Bedienplatz, der mit dem Leitsystem über eine spezielle Verbindung kommuniziert, im Multimedia-Seminarraum installiert. Dies ermöglicht die volle Bedienbarkeit, den Zugang zu Bilanzen, Archiven, Diagnose und Prognose, als wäre der Energiepark vor Ort verfügbar. Dieses Szenario ist der Hauptbestandteil verschiedener gemeinsamer Televeranstaltungen mit der Universität Lüneburg. Außerdem können so Fort- und Weiterbildungskurse von jedem individuellen Arbeitsplatz aus angeboten werden. Nicht zuletzt können so auch Besucher des Clausthal Energieparks nach ihrer Rückkehr, Fernzugriffe zur Klärung weiterer Fragen, Diskussionen mit Ihren Kollegen, Schülern, Auszubildenden bis hin zur Integration in Präsentationen, Referaten oder Seminarvorträge durchführen.

2. Kontrollierter Zugriff per Konferenz mit dem Dispatcher (Leitwarten-Führer):

Mit der hier beantragten Videokonferenztechnik kann jeder, der über einen Internetzugang verfügt, Verbindung mit dem Dispatcher aufbauen. Die Interaktionen erfolgen mit Zustimmung des Dispatchers und werden von ihm durchgeführt. Alle Szenarien unter 1. können mit gewissen Einschränkungen auch so durchgeführt werden. Der Nachteil liegt darin, dass die Fernbenutzer vor allem aus Sicherheitsgründen keinen direkten Zugang zum Clausthaler Energiepark haben. Der große Vorteil ist die niedrige Hard- und Softwareanforderung auf der Seite des Fernbenutzers (Internetzugang und freiverfügbare Konferenzsoftware, die heutzutage auch Schulen zur Verfügung haben).

Projekt: Innovationsoffensive des Landes Niedersachsen zur Förderung des Multimediaeinsatzes in der Lehre

Ein weiterer Haupteinsatz des Multimedia-Seminarraums ist die Kommunikationszentrale für Lehrende und Studierende im Rahmen des internationalen Studienganges “Energy - Management (BA)”. Neben Sitzungen sind auch regelmäßige “Stammtische” geplant, die vor allem die Studenten bei der Vor- und Nachbereitung von Aufenhalten an verschiedenen Universitäten, beim Erfahrungsaustausch sowie beim Knüpfen von Kontakten unterstützen sollen. Der Energy - Management - Stammtisch kann zukünftigen Absolventen Kontakt mit ihrem potentiellen Arbeitgeber verschaffen oder Studenten bei der Praktikumsplatzsuche behilflich sein.

Ausstattung: In der ursprünglichen Planung von April 2002 sind zwei Multimedia-Seminarräume nach der Referenzanlage des SBMM: Strategischer Beraterkreises Multimedia den Multimedia- Seminarraum des L3S: Learning Lab Lower Saxony vorgesehen. Diese Planung wurde Ende 2002 unter Berücksichtigung der Randbedingungen des ELAN-Netz-piloten Clausthal/Göttingen aktualisiert. Der ursprüngliche Sinn bleibt unberührt.

Es wird nun von drei kleinen Seminar-Ausstattungen auf der Basis von Polyspan-Viewstation und Smart-Board, eine von einer kleinen Multimesia-Hörsaal- Ausstattung und von Energiepark-Überwachungskomponenten ausgegangen. Die Kompatibilität mit der in Rahmen der Mehrwert-Infrastruktur vom Rechenzentrum der TU Clausthal beschafften mobilen Anlage ist vorgesehen (Vorteile: Redundanz, Ersatzteilhaltung, Erweiterung durch Ausleihen von Komponenten).

Das Gesamtfinanzvolumen wird auf ca. 400.000,- € geschätzt. Die TU Clausthal und die Universität Lüneburg übernehmen 20% der Kosten aus der ursprünglichen Planung zu je gleichen Teilen aus dem eigenen Haushalt. Ergänzend sind 260.000,- € Fördermittel vom MWK bereitgestellt.

Aktueller Stand:

Z. Zt. läuft die erste Ausschreibungsrunde. Noch im Jahr 2002 werden Aufträge für einen Gesamtwert von ca. 260.000,- € erteilt. Die drei Seminarausstattungen werden voraussichtlich in Januar 2003 in Betrieb gehen können. Über die fehlende Finanzierung von ca. 100.000,- € ist noch nicht endgültig entschieden.

Bearbeiter:

Dipl.-Ing. Arnuphap Dowrueng
dowrueng@iee.tu-clausthal.de

(Tel: 72-3597)

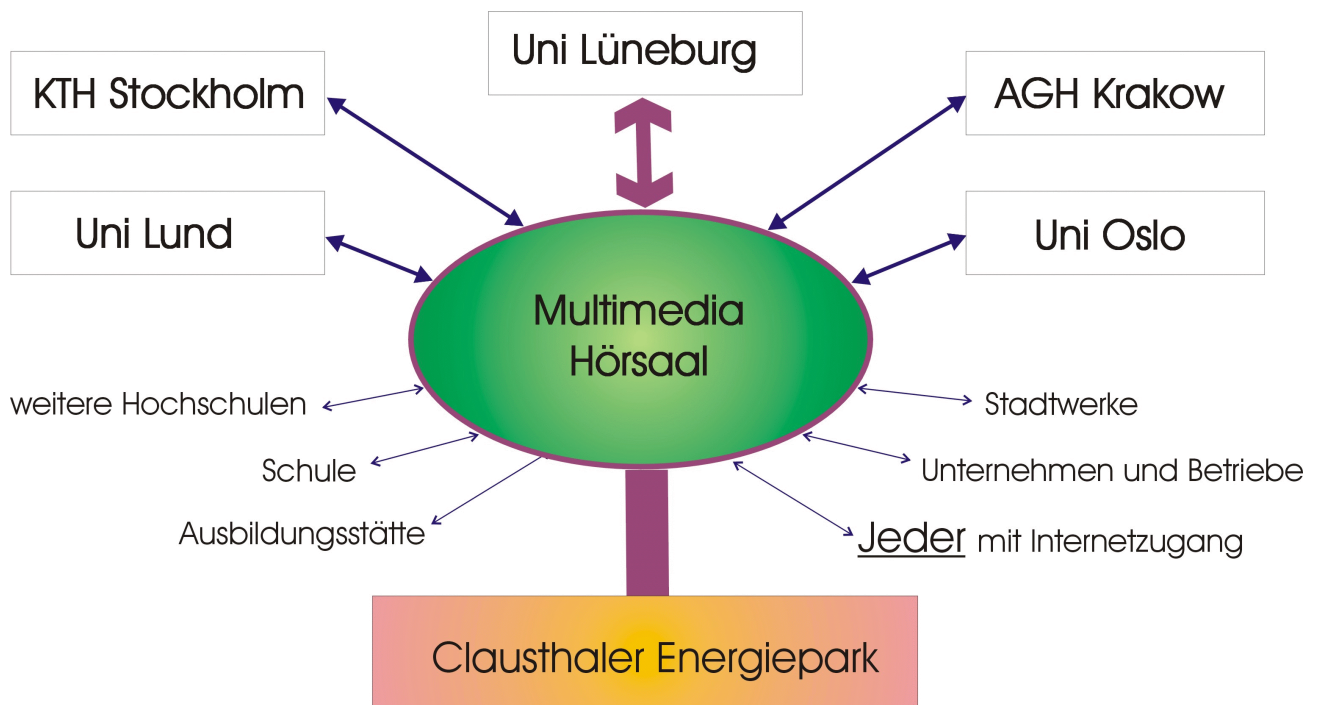
Dr.-Ing. Ernst-August Wehrmann
wehrmann@iee.tu-clausthal.de

(Tel.: 72-2595)

Kooperationspartner:

Dipl.-Ing. Hans-Ulrich Kiel
kiel@rz.tu-clausthal.de

Herr Gert-E. Knochen
gert.knochen@cutec.de



Projekt:	Ein neuartiges Windenergiespeichersystem mit ungekühlter Druckluft
<hr/>	
Problem:	Bei den erneuerbaren Energien herrscht oftmals ein stark wechselndes Energieangebot. Eine rein auf erneuerbare Energien aufgebaute Versorgung muss neben der Energiewandlung auch die Verfügbarkeit der Energie sicherstellen. Dies kann durch Energiespeicherung oder durch Anpassung des Energiebedarfs an das Energieangebot erfolgen. In Wind-Diesel-Systemen wird daher teilweise parallel zur Windkraftanlage kontinuierlich ein Dieselgenerator betrieben, auch wenn es aufgrund der momentanen Leistungsbilanz nicht erforderlich wäre. Mit der Integration eines Energiespeichers in das System können viele Probleme, die durch die Nutzung der Windenergie entstehen, gelöst werden. Im Rahmen der Arbeit soll eine neuartige Lösung mit einer ungekühlten Druckluftspeicheranlage in Kombination mit Wind-Diesel-System untersucht werden.
Ziel:	In diesem Projekt soll ein Wind-Diesel-System mit Energiespeicher untersucht werden, das Druckluft als Energieträger nutzt, bei der im Gegensatz zu bekannten Druckluftspeichersystemen die Verdichtungswärme der Druckluftherzeugung durch Wärmeisolation in der Druckluft erhalten bleibt und bewusst genutzt wird.
Stand der Technik:	Die Verdichtungswärme bei der Druckluftherzeugung wird optimal genutzt, wenn man sie in der Druckluft belässt. Denn die übliche Kühlung der Druckluft mindert deren Arbeitsvermögen beträchtlich und zwar umso mehr, je höher der Enddruck ist. Die mechanischen und elektrischen Probleme bei der Auslegung eines Generators (Motors) für drehzahlvariable Antriebe durch Umrichtereinsatz sind prinzipiell lösbar. Die heute verfügbaren modernen umrichter gespeisten Maschinen bieten für konventionelle Druckspeicheranlagen die Möglichkeit einer Umkehr der Drehmomentrichtung im 10-Millisekundenbereich.
Lösungsweg:	<ul style="list-style-type: none">- Simulation Druckluftteil und Gesamtanlage (Entwurf eines Simulationsmodells für das untersuchte Anlagenkonzept als Hilfsmittel für die Extrapolation auf praktische Anlagengrößen)- Untersuchung verschiedener Betriebsführungsstrategien für die Gesamtanlage (zur Untersuchung des Betriebsführungskonzeptes soll ein System betrachtet werden, das zunächst aus einer Wind-

kraftanlage, einem Dieselgenerator, einer Druckluftspeicheranlage und Belastungswiderständen besteht)

- Ermittlung des Anlagenverhaltens und Entwurf eines Regelkonzeptes (zum Betrieb der Gesamtanlage muss ein Regelkonzept entworfen und eine Regeleinrichtung gebaut werden)
- Auslegung und Bau der Versuchsanlage (ölfrei verdichtenden Kompressoranlagen und Druckluftbehälter mit Wärmeisolation, Druckluftmotor mit direkt gekoppeltem, umrichter gespeisten Generator, verbindenden Rohrleitungen, und elektrisch ansteuerbaren Ventilen)
- Anlagenerprobung sowie Vergleich von Messung und Simulation; Vergleich unterschiedliche Energiespeichersysteme

Projektstand:

Das Simulationsmodell der Speicherphase wurde mit Hilfe von Ergebnissen aus den Versuchen zur Ermittlung des Anlagenverhaltens bzw. mit Hilfe von Versuchsanordnungen validiert. Ein Simulationsmodell für einen Druckluftmotor mit direkt gekoppeltem, umrichter gespeisten Generator betrieben bei variabler Drehzahl durch Umrichtereinsatz wurde entwickelt. Ein Simulationsmodell der Windkraftanlagen mit Asynchrongenerator wurde entwickelt. Prüfstandsentwicklung, Durchführung der Experimentellen Messung im Institut für Tribologie und Energiewandlungsmaschinen und Vergleich von Messung und Simulation sind in Vorbereitung. Untersuchung des Betriebsführungskonzeptes für die Gesamtanlage und Vergleich mit anderen Speicherarten ist in Vorbereitung.

Dokumentation:

Mohamed, E., "A simulation model for a gear-type air motor directly driven a variable-speed PM-ASG with a frequency converter", Technische Notiz des IEE, (in Vorbereitung)

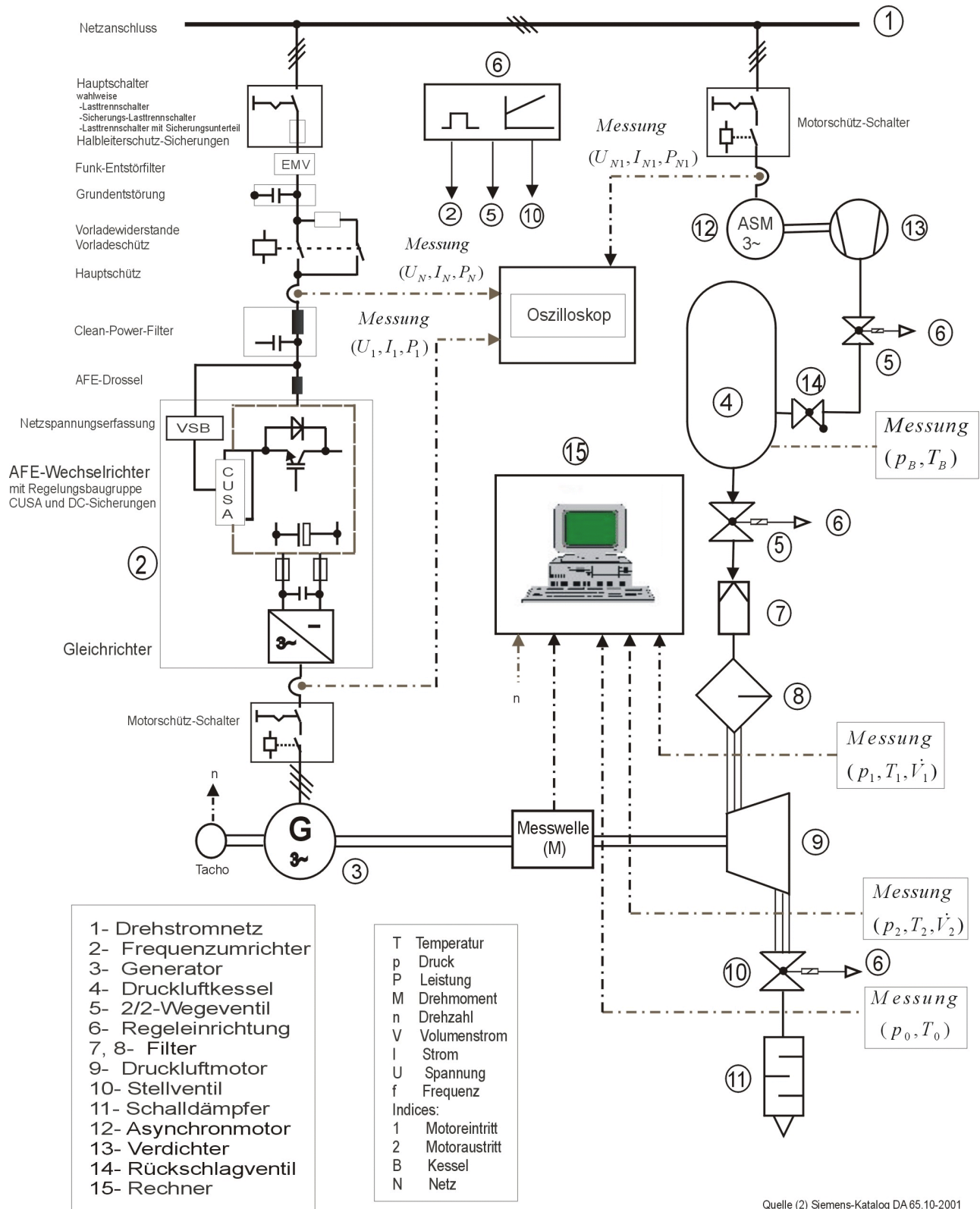
Bearbeiter:

Dipl.-Ing. El-Shahat Mohamed (Tel: 72-3702)
mohamed@iee.tu-clausthal.de

Projektleiter:

Dr.-Ing. Ernst-August Wehrmann (Tel.: 72-2595)

Projekt: Ein neuartiges Windenergiespeichersystem mit ungekühlter Druckluft



Quelle (2) Siemens-Katalog DA 65.10-2001

Schaltschema für das Energiespeichersystem mit ungekühlter Druckluft

Projektübersicht

Projektleiter: Dr. rer. nat. Heinz Wenzl
Tel.: 05323/72-2299
E-Mail: mendt@iee.tu-clausthal.de

Arbeitsgruppe Elektrochemischer Speicher

- **Landesstrategie Brennstoffzelle**

Die Landesregierung hat im März 2002 der Technischen Universität Clausthal zusammen mit der Niedersächsischen Energieagentur den Auftrag erteilt, eine Bestandsaufnahme der Aktivitäten niedersächsischer Unternehmen und Forschungsinstitute auf dem Gebiet der Brennstoffzellentechnologie zu erstellen und Vorschläge für eine Strategie des Landes zu erarbeiten. Das Projekt wird im März 2003 abgeschlossen.

Bearbeiter: Dr. rer. nat. Wenzl

- **Untersuchung und Modellbildung von Blei- und NiMH-Batterien**

Für DaimlerChrysler wurden mehrere Projekte durchgeführt, mit denen für Hybridfahrzeuganwendungen wichtige Eigenschaften von Batterien und Fragen der Ladezustandserkennung im Fahrzeugbetrieb untersucht wurden. Dabei wurden insbesondere Ersatzschaltbilder eingesetzt, um das dynamische Verhalten von Batterien zu beschreiben. Die Arbeiten werden auch 2003 weitergeführt.

Bearbeiter: Dipl.-Ing. Ropeter

- **Simulation von DC-Bordnetzen**

Im Dezember 2002 wurde mit einem dreijährigen Forschungsprojekt für die Deutsche Bahn AG begonnen, dessen Ziel die Simulation von Bordnetzen und Hilfe bei der Auswahl einer betriebssicheren und kostengünstigen Batterie ist. Im Vordergrund der Arbeiten steht die Frage, welche Batteriegröße erforderlich ist, um einen sicheren Betrieb zu gewährleisten, wenn an Haltestellen, bei Rangierarbeiten oder in betriebsfreien Zeiten keine Ladung der Batterie möglich ist. Über ein Temperaturmodell soll dann auch ein Alterungsmodell für die Batterie entwickelt werden, damit die wirtschaftlichste Batteriegröße und -type ausgewählt werden kann.

Bearbeiter: Dipl.-Ing. M'Buy

Projekt: Landesstrategie Brennstoffzellen

Problem: Die Nutzung von Brennstoffzellen für die Energieversorgung und den Fahrzeugantrieb ist eine Möglichkeit zur Sicherstellung einer nachhaltigen Entwicklung unserer Gesellschaft. In einer, von allen Parteien des Landtages getragenen EntschlieÙung aus dem Jahr 2001 wurde die niedersächsische Landesregierung aufgefordert, die Entwicklung und Nutzung von Brennstoffzellen zu unterstützen. Die Landesregierung hat die Niedersächsische Energieagentur und die Technische Universität Clausthal beauftragt, gemeinsam eine Handlungsempfehlung für die Landesregierung zur Umsetzung des Landtagsbeschlusses auszuarbeiten.

Ziel: Ziel des Projekts war, für das Land Niedersachsen Möglichkeiten zur Förderung der Brennstoffzellentechnologie aufzuzeigen, die auf bestehende Schwerpunkte bei Unternehmen und Forschungsinstituten und spezifischen Strukturmerkmalen des Landes aufbauen.

Lösungsweg: Im Rahmen der Studie wurde eine umfassende Erhebung bei niedersächsischen Unternehmen und Forschungsinstituten über bestehende Aktivitäten durchgeführt. Daneben wurden technische Problemstellung identifiziert, deren Bearbeitung durch niedersächsische Unternehmen und Forschungsinstitute wirtschafts- und forschungspolitisch für das Land Niedersachsen attraktiv sein könnte. Zur Bewertung der Technologie und ihrer Bedeutung für das Land Niedersachsen wurden Alternativen für den Fahrzeugantrieb (Sunfuel ®) und konventionelle Kraft-Wärme-Kopplung bezüglich ihrer Umweltauswirkungen bewertet.

Projektstand: Der Entwurf des Endberichts wurde Ende 2002 vom Auftraggeber abgenommen. Die Freigabe des Endberichts erfolgt im März 2003.

Veröffentlichung: Die Studie wird nach der Auswertung durch die niedersächsische Landesregierung dem niedersächsischen Landtag zur Verfügung gestellt. Ob sie der breiten Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden kann, steht zur Zeit noch nicht fest.

Bearbeiter: Dr. rer. nat. Heinz Wenzl (Tel: 72-2272)
heinz.wenzl@t-online.de

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. H.-P. Beck (Tel.: 72-2570)

Projekt: Leistungsfähigkeit und Systemverhalten von Batterien

Problem: Die Leistungsfähigkeit und das Verhalten von Batterien hängt entscheidend von den aktuellen Betriebs- und Umgebungsbedingungen ab.

Ziel: Quantitative Ermittlung der Auswirkungen von verschiedenen Betriebs- und Umgebungsbedingungen auf das Systemverhalten von unterschiedlichen Batterietypen.

Stand der Technik: Die (Lade) Zustandserfassung von Batterien ist in einigen Systemen wie USV Anwendung, Notebook oder Mobiltelefone, etc. bereits heute mit befriedigender Genauigkeit möglich. Die dort verwendeten Verfahren lassen sich jedoch nicht auf Batterien übertragen die im wesentlichen Teilzyklen unterliegen oder die nur in unregelmäßigen Abständen (teilweise nie) eine Vollladung erfahren.

Lösungsweg: Durch Messung des Systemverhaltens mittels Impedanzspektroskopie sollen integrative Aussagen über den Batteriezustand ermöglicht werden. Die Messungen werden bei verschiedenen Betriebszuständen wie Ladegrad, Temperatur, Belastung und Batterietyp durchgeführt werden.

Projektstand: Es wurden Vorversuche durchgeführt, bei denen der Einfluss der Beruhigungszeit nach einer Belastung und der Ladegrad als Parameter diente. Ergebnisse dazu finden sich in Bild 1 und Bild 2. Es ist zu erkennen, dass sich der Betrag und der Phasenwinkel mit der Abklingzeit verändert. Da sich die Impedanz als Verhältnis von Spannung zu Strom ergibt, lassen sich die Ergebnisse u. a. mit dem Abklingen der Batteriespannung erklären. Weniger plausibel ist hingegen die Frequenzabhängigkeit der Abweichung, die sich im Bereich von 1,5 - 4,0 % Prozent bei 1000 Hz und im Bereich von (-0,5) - 0,5 % Prozent bei 1 Hz bewegt. Aufgrund der Ergebnisse ist erkennbar, dass die Messung hinsichtlich der Abklingzeit recht sensibel ist.

Bearbeiter: Dipl.-Ing. Carsten Ropeter (Tel: 72-2593)
carsten.ropeter@tu-clausthal.de

Projektleiter: Dr. rer. nat. Heinz Wenzl (Tel.: 72-2593)

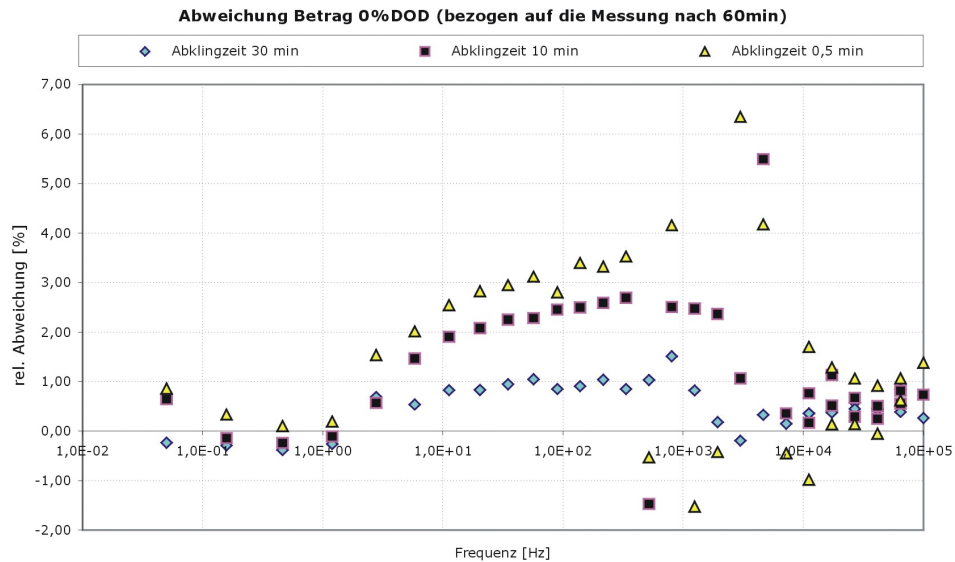


Bild 1: Relative Fehler der Impedanzmessung. Änderung des Betrags der Ortskurve im Bode-Diagramm bei unterschiedlichen Zeiten nach Entladung (Entladetiefe (DOD) = 0%); Die Änderungen sind auf die Werte der Ortskurve nach 60 Minuten Abklingzeit bezogen.

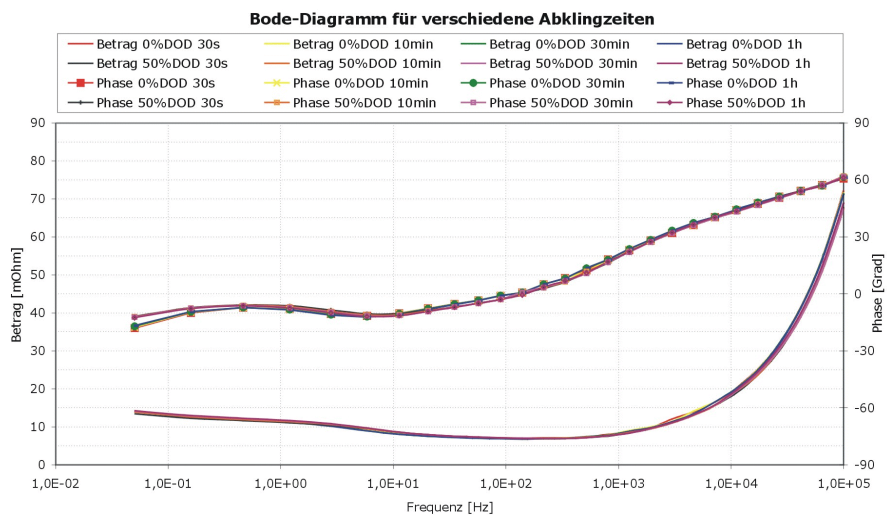


Bild 2: Darstellung des absoluten Betrags- und Phasenverlaufs der Impedanz in Abhängigkeit der Frequenz für zwei verschiedene Ladezustände.

Projekt: Simulation eines Bordnetzes für die Deutsche Bahn

Problem: Viele Simulationen von DC-Bordnetz berücksichtigen nicht alle Anforderungen des Bordnetzes der Deutschen Bahn, insbesondere bzgl. Aussagen über den Ladezustand der Batterie, ihrer Alterungsprozesse und bahnspezifischen Einsätzen. Auf der anderen Seite gibt es zu wenig Programme, die für die ganze Problematik geeignet sind. Sie erfordern zu viele Parameter als Eingabe.

Ziel: Im Rahmen des Projekts wird eine DC-Bordnetzsimulation entwickelt. Hierbei ist es wichtig, die technische Eignung einer Batterie und Betriebssicherheit eines Zugs für bestimmte Einsatzfelder zu bestimmen. Außerdem ist es erforderlich die voraussichtliche Lebensdauer bei verschiedenen Einsatzbedingungen abzuschätzen und Empfehlungen für die technisch/wirtschaftlich beste Batterie zu erarbeiten. Die zu bearbeitenden Fragestellungen lassen sich auf andere Bordnetze und auch erneuerbare Energiesysteme übertragen. Beispielsweise soll das Simulationsprogramm auch die Möglichkeit bieten, in anderen Anwendungsbereichen (Schiffe, Flugzeuge, LKW usw.) von Nutzen zu sein.

Stand der Technik: Am IEE gibt es schon Netzsimulationsprogramme, aber die sind für andere Anwendungen speziell geeignet (AC- Verteilungsnetz, usw.). Die Bahn hat bereits ein vom ISET in Kassel entwickeltes Simulationsprogramm zum Verhalten von Batterien untersucht, dann aber verworfen, weil dafür zu viele batteriespezifische Parameter erforderlich sind.

Lösungsweg: Nach der Spezifikation des Simulationsprogramms werden die Verifikationsversuche definiert und durchgeführt. Die Programmentwicklung Bordnetz (mit geeigneter Computersprache) soll die Berechnung des Ladezustands, das Alterungsverhalten der Batterien und einige Modelle der Temperaturentwicklung integrieren. Anschließend werden Messungen durchgeführt, um die Simulationsergebnisse zu überprüfen und abzusichern.
Die Übertragung auf andere Batteriesysteme, vor allem auf NiCd-Batterien, und ein Kostenmodell sind auch zu betrachten

Projektstand:	Anfangsphase im Januar 2003	
Prüfstand:	Die Prüfstände im IEE und bei der Deutschen Bahn sind vorgesehen	
Bearbeiter:	Dr.-Ing. Aime M'Muy mbuy@ipp.tu-clausthal.de	(Tel: 72-2176)
Projektleiter:	Dr. rer. nat. Heinz Wenzl	(Tel.: 72-2272)

Projekt: Bestimmung der Maxwell'schen Gleichungen aus dem Faraday-Gesetz für unipolare Induktionen

Problem: Die *Unsymmetrie* in den MAXWELL'schen Gleichungen $\nabla \cdot \vec{D} = \mathbf{r}$, aber $\nabla \cdot \vec{B} = 0$ sowie $\nabla \times \vec{H} = \frac{1}{\mu_0} \vec{D} + \vec{j}$,
aber $\nabla \cdot \vec{E} = -\frac{1}{\epsilon_0} \vec{B} - \vec{0}$

kommt von den bis heute nicht experimentell nachweisbaren *magnetischen Monopolen*. Zusammen mit der Annahme des korpuskularen Charakters letzterer und der *elektrischen Monopole* (quantisierte Ladung der Elektronen), werden eventuell existierende elektromagnetische Longitudinalwellen (*Skalarwellen*) als Lösungen nicht erfasst. (Wahrscheinlich auch nicht unter Fortlassung der LORENZ-Konvention, einer speziellen Eichtransformation zur Lösung obigen Gleichungssystems samt Randbedingungen.) Experimentell deuten jedoch Versuche mit sog. TESLA-Spulen (in der Ebene spiralförmig gewickelt) darauf hin, dass sich mit alleiniger Betrachtung elektromagnetischer (Transversal)Wellen offenbar nicht alles erklären lässt, was mit der Energieabstrahlung dieser komplizierten Streufeldgeometrie zu tun hat. Insbesondere der Betrieb solcher Spulen im Frequenzbereich von 50 kHz bis 1 MHz zeigt Phänomene, die sich theoretisch nicht mehr zweifelsfrei deuten lassen. Auch lassen sich Versuche mit elektrischen Wechselfeldern anstellen, die die *Wirbelfreiheit* von ihnen durchaus in Frage stellt, während das duale Analogon *Wirbelströme* verursacht durch magnetische Wechselfelder, hinlänglich bekannt und berechenbar ist.

Ziel: Die mathematische Untersuchung zur Symmetrisierung des o.g. MAXWELL'schen Gleichungssatzes durch dessen Herleitung aus dem sog. unipolaren Induktionsgesetz $\vec{E} = \vec{v} \times \vec{B}$ und dessen "di-elektrischer Komplementärform" $\vec{H} = -\vec{v} \times \vec{D}$ mittels Anwendung der Rotation, soll samt Klärung der Universalität dieser (simpleren) Gleichungen und ihrer physikalischen Interpretation das Problem aus einer theoretischen Sichtweise angehen. Durch Fortlassung der Annahme des Teilchencharakters ließen sich die so symmetrisierten Gleichungen zur Elektrodynamik auf rein feldtheoretische Weise behandeln, ohne quantentheoretische Aspekte voraussetzen zu müssen. Mittels Einsetzen der so modifizierten Gleichungen ineinander, könnten Wellengleichungen entstehen, durch die dann die Existenz

elektromagnetischer Skalarwellen mathematisch möglich wird. Exotische physikalische (und bis heute nicht vollständig geklärte) Phänomene wären damit vielleicht besser zu deuten. Bei gelungener Herleitung kann die Berechnung der Feldgeometrie vereinfacht werden auf die Ermittlung der vektoriellen Feldgrößen entlang (vieler) vorgegebener Wege (Kurven) über *gewöhnliche* Randwertprobleme, anstelle des sehr viel schwieriger zu handhabenden (praktisch zwangsweise zu diskretisierenden) partiellen Differentialgleichungssystems, selbst wenn dieses noch linear ist. Ziel ist es, für die Simulation der Felder durch Feldlinien, mehr Begriffe aus der Differentialgeometrie anzuwenden.

Stand der Technik: Herleiten der MAXWELLSchen Gleichungen ist aus dem beschriebenen Ansatz bereits teilweise geglückt, wobei im allgemeinen Fall der Herleitung wesentlich mehr als der o.g. symmetrisierte Gleichungssatz entsteht. Daher müssen parallel Gültigkeitsbereiche der Ausgangsgleichungen und Interpretationen der Ergebnisse deutlich eingehender untersucht werden. Eine umfassende Ausarbeitung dazu (IEE-interne Technische Notiz) dazu ist bereits erstellt.

Bearbeiter: Cand.-math. cand.-Ing. Jens Bruchmann (Tel: 72-2571)
majb@math.tu-clausthal.de

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. H.-P. Beck (Tel.: 72-2570)

4 Personelle Besetzung

4.1 Hauptamtliche Mitarbeiter des Instituts

Hochschullehrer: (Institutsdirektor)	Prof. Dr.-Ing. H.-P. Beck
Akademischer Oberrat:	Dr.-Ing. E.-A. Wehrmann
Oberingenieur:	Dr.-Ing. C. Sourkounis
Wissenschaftlicher Angestellter:	Dr. rer. nat. H. Wenzl
Wissenschaftliche Mitarbeiter:	Dipl.-Ing. A. Dowrueng Dipl.-Ing. R. Hesse Dr.-Ing. A. M'Buy Dipl.-Ing. E. F. A. Mohamed Dipl.-Ing. B. Musasa, Lubumbashi Dipl.-Ing. F. Richter Dipl.-Ing. C. Ropeter Dipl.-Ing. H. Stichweh Dipl.-Ing. (BAC) A. Tulbure, Bukarest Dr.-Ing. D. Turschner Dipl.-Ing. Z. Wang Dipl.-Ing. J. Wiznerowicz
Freie wissenschaftliche Mitarbeiter: (externe Doktoranden)	Dipl.-Ing. D. Mertig (Eurosolar / ASE) Dipl.-Ing. C. Söffker (Alstom/LHB) Dipl.-Ing. Wieben, FH Wilhelmshaven Dipl.-Ing. Andresen, FH Furtwangen Dipl.-Ing. Lorenzen, FH Wilhelmshaven Dipl.-Ing. Muama, FH Wernigerode Dipl.-Ing. Wilhöft, (Fa. aeras)

Gastwissenschaftler:

Dipl.-Ing. Romero Rueda, Kuba

MitarbeiterInnen im Technischen
und Verwaltungsdienst (MTVD):

Frau E. Mendt

Frau C. Schönemann

Herr. H. Just

Herr W. Hansmann

Herr H. Kirchner

Herr M. Kirchner

Herr R. Koschnik

Herr J. Bruchmann

Herr F. Steinforth (Auszubildender)

Her D. Fritze (Auszubildender)

Frau C. Leder (Auszubildende)

Herr Wessels (Praktikant)

Die Mitarbeiter des Institutes für Elektrische Energietechnik



H.-P. Beck
(Direktor)
-2570



Frau Mendt
(Sekretariat)
-2299



E.-A. Wehrmann
(Akad. Oberrat)
-2595



C. Sourkounis
(Oberingenieur)
- 2594



H. Wenzl
(Oberassistent)
-2272



A. Dowrueng
(WiMa, Energie-
informatik
- 3597



R. Hesse
(WiMa, Energie-
konditionierer
- 2939



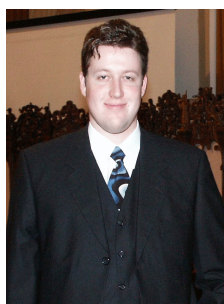
M. A. J. M'Buy
(WiMa. Energie-
informatik
- 3597



E. Mohamed
(WiMa, Druck-
luft-Speicher)
- 3702



B. Musasa
(WiMa,
Hydrodyn.-
Kupplung)
- 2939



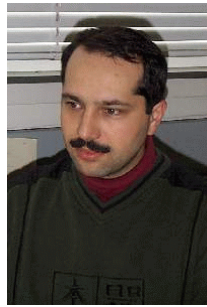
F. Richter
(WiMa, Energie-
konditionierer)
- 2938



C. Ropeter
(WiMa, Batterie-
technik)
- 2593



H. Stichweh
(WiMa,
Leistungs-
mechatronik)
- 2572



A. Tulbure
(WiMa,
Leistungs-
mechatronik)
- 3821



D. Turschner
(WiMa,
Leistungs-
mechatronik)
- 2592



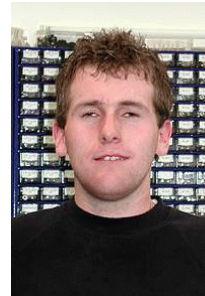
Z. Wang
(WiMa, Energie-
park Clausthal)
- 3702



J. Wiznerowicz
(WiMa, Elektro-
mag. Beeinflus-
sung)
- 2572



J. Bruchmann
(Werkzeugmechani-
ker)
- 2571



D. Fritze
(Auszubildener)
- 2940



W. Hansmann
(Mechanik)
- 2571



V. Just
(Messtechnik)
- 2176



H. Kirchner
(Elektrotechnik)
- 2571



M. Kirchner
(Elektronik)
- 3839



R. Koschnik
(Energieelektro-
nik)
- 2940



C. Leder
(Auszubildende)
- 2940



C. Schönemann
(Techn. Zeichnerin)
- 2177



H. Schultze
(Hausmeister)
- 2682 /-3810



F. Steinforth
(Auszubildener)
- 2940



F. Wessels
(Praktikant)
- 2940

4.2 Nebenamtlich tätige Hochschullehrer bzw. Lehrbeauftragte

	Lehrgebiete:
Prof. Dr. rer. nat. C. Salander	Elektrizitätswirtschaft
Dr.-Ing. J. Heldt	Sonderprobleme Elektrischer Maschinen
Dr.-Ing. H. Schmidt	Hochspannungstechnik
Dr.-Ing. K.-D. Maubach	Elektrizitätswirtschaft
Dr. rer. nat. H. Wenzl	Lehrgebiet Batterietechnik
AOR Dipl.-Ing. G. Helmholz	Lehrgebiet Theorie der Wechselströme
Prof. Dr.-Ing. A. Rehkopf (Freiburg)	Lehrgebiet Leittechnik für Verkehrs- und Energiesysteme
AOR Dr.-Ing. E. Baake	Lehrgebiet Theorie Elektromagnetischer Felder
Dipl.-Ing D. Mertig	Lehrgebiet Photovoltaikanwendungen

4.3 Wissenschaftliche Hilfskräfte

Herr M. Balling	Herr I. Feizelmeier	Herr P. Pärisch
Herr R. Benger	Herr H. Fkih Ahmed	Frau R. Sobczak
Herr L. Bethke	Herr J. zum Hingst	Herr D. Schadach
Herr M. Bieber	Herr A. Karaboga	Herr S. Scheday
Herr R. Bluhm	Herr R. Keerthiwansa	Herr H. Stagge
Herr J. Bruchmann	Herr Ketikidis	Herr N. Thanomsat
Herr M. Dernbach	Herr S. Koll	Herr A. Wanecke
Herr L. Dornburg	Herr N. Korthing	Herr A. Wongsawat
Frau U. Dowrueng	Herr U. Kreutzer	
Frau J. Dutkiewicz	Herr Lange	

4.4 Mitgliedschaften in wissenschaftlichen Vereinigungen und in den Selbstverwaltungsgremien der Universität

- | | |
|---------------------------|--|
| Prof. Dr.-Ing. H.-P. Beck | <ul style="list-style-type: none"> - Vizepräsident für Forschung und Hochschulentwicklung der TUC, - Vorsitzender des Wissenschaftlichen Beirates der CUTEC Instituts GmbH, - Vorsitzender des Forschungsverbundes Umwelttechnik der TUC, - Vorstandsmitglied des Forums Clausthal (FC), - Vorsitzender der gemeinsamen Kommission der Universitäten Lüneburg/Clausthal zur Einrichtung eines Internationalen Studienganges „Energiemanagement“, - Member of the International Scientific Committee for Electrical Power Quality and Utilisation, - Ordentliches Mitglied der Braunschweigischen wissenschaftlichen Gesellschaft, - Mitglied des Informationstechnischen Zentrums (ITZ), - Mitglied des Arbeitskreises WIR für die Region Goslar, - Mitglied im Energieverein Berlin |
| Dr.-Ing. E.-A. Wehrmann | <ul style="list-style-type: none"> - Mitglied der Kommission zum wissen. Fehlverhalten, - Mitglied der Jury bei "Jugend forscht" |
| Dr.-Ing. C. Sourkounis | <ul style="list-style-type: none"> - Prüfungskommission für Energiesystemtechnik - Studienkommission für Energiesystemtechnik |
| Herr W. Hansmann | <ul style="list-style-type: none"> - Mitglied des Personalrates - Schadstoffbeauftragter |
| Herr H. Kirchner | <ul style="list-style-type: none"> - Ersatzmitglied im Personalrat - Brandschutzbeauftragter |
| Herr R. Koschnik | <ul style="list-style-type: none"> - Ausbilder, - Sicherheitsbeauftragter, - Mitglied des Prüfungsausschusses für Energieelektroniker des Landkreises Goslar |

5 Anlagen

Die Anlagen sind in der angegebenen Reihenfolge eingebunden

Anlage 1	Zusammenfassung der Hauptarbeitsgebiete
Anlage 2	Ausbau der Rechnergrundausrüstung
Anlage 3	Ressourcen des Institutes
Anlage 4	Mittel für studentische Hilfskräfte in 2002
Anlage 5	Letztes Ranking der Studiengänge Maschinenbau in der FAZ, 15.06.03



Energiesystemtechnik: Integration von Energietechnologien zu Systemen und Anlagen

- **Leistungsmechatronik:**
 - Elektrische Antriebe ($> 10 \text{ kW}$)
 - Leistungselektronik (Umrichter)
 - Mikrorechner (Digitale Signalprozessoren)
 - Mechanische Komponenten (Getriebe, Kupplungen)
 - Sensor (Drehmomentbeobachter, Resolver, Lichtleiter-Datenübertragung)
 - Lasteingangsfunktionen (Windgeschwindigkeit, Rad-Schiene Kontakt; Walzspaltmoment etc.)
- **Regenerative, dezentrale elektrische Energietechnik:**
 - dezentralen Erzeuger (Windgeneratoren BHKW, PV, Wasserkraftgeneratoren)
 - Speicheranlagen (Batterien, Schwungräder, Druckluftspeicher, Kondensatoren)
 - Verteilungsnetze (Nieder-/Mittelspannungsnetz)
 - Energiemanagement (Leittechnik)
- **Speichersysteme:**
 - Batterien, regenerative Brennstoffzellen, Schwungräder
 - Leistungselektronik
 - Bordnetze
 - Energiemanagement/Betriebsführung

Ziel: Integration von fluktuierenden regenerativen Energiequellen im elektrischen Verbund-/Inselnetzen mittels:

- “virtuelle, elektrischer Maschinen”
(Umrichter zur Spannungshaltung)
- “virtueller Kraftwerke”
(Energiemanagement)
- hochdynamische Speicher
(Sofortreserve, Batterien, Schwungräder, Druckluftspeicher, zukünftig: regenerative Brennstoffzellen)

Anwendungen: Nieder-/Mittelspannungsnetze mit hohem Anteil regenerativer Quellen (> 10 %)
Autonome-/Inselnetze: Entlegene Regionen, schwache Verbundnetze, Dritte Welt

Projekte / Kooperationspartner (Beispiele):

- Clausthaler Energiepark (CUTEC, DBU)
- Autonomes modulares Energiesystem (EU-Projekt)
- Landesstrategie Brennstoffzelle (NEA; MU; MWI; MWK)



Ziel: Integration von elektromechanischen und elektrochemischen Energiewandlern in Gleichstromnetze zur:

- Wirkungsgradsteigerung (Schwungradspeicher)
- Lebensdauererhöhung (Steigerung Betriebskapazität)
- Spannungsstabilität

Problem: - Sofortreserve

- Regelleistungserzeugung in Verteilnetzen
- Spannungsschwankungen in Gleichstrombordnetzen durch Leistungselektronikgeräte

Anwendungen: - Gleichstromzwischenkreise in Umrichtern

- Gleichstrombordnetze in Fahrzeugen
- Schwungradspeicher in Fahrzeugen
- Batterieauslegung in Fahrzeugen

Projekte / Kooperationspartner:

- Lebensdauererhöhung von Batterien in dezentralen Anlagen (EU-Projekt)
- Ladezustandserfassung / Heizung von Batterien / Brennstoffzellen (DaimlerChrysler)
- Schwungradspeicher zur Speicherung der Bremsenergie in Nahverkehrsfahrzeugen (Fa. ALSTOM, aeras)

- Ziel:** Aktive Schwingungsdämpfung in mechanischen und elektrischen Systemen mittels Leistungselektronik, Mikrorechner zur
- Steigerung der Produktionsqualität und des Wirkungsgrades
 - Erhöhung der Lebensdauer der mechanischen Antriebskomponenten
 - Stabilität von elektrischen Netzen

Anwendungen:

- Walzwerkhauptantriebe
- Mühlen (Shredder, Gutbettwalzenmühlen, Windkonverter)
- Fahrzeugantriebe (hier Bahnen)
- Schwache elektrische Netze mit regenerativen Quellen

Projekte / Kooperationspartner (Beispiele):

- Schwingungsdämpfung bei einer Warmbreitbandstraße (Thyssen-Krupp, Schloemann-Siemag, ALSTOM)
- Hydrodynamische Kupplung (Fa. Voith): Modellbildung und Parameteridentifikation mittels genetischer Algorithmen
- Lebensdauererhöhung bei Industrieantrieben (Fa. Bosch, AiF)
- Doppelkäfig-Asynchronmaschinen mit integrierter “rotierender” Leistungselektronik (TU Freiberg, TU Braunschweig)
- Energiespeicherung mit heißer Druckluft (Institut für Tribologie und Energiewandlungsmaschinen TUC)

Neuer CIP-Pool - Softwaregestützte Produktentwicklung

Motivation:

Die softwaregestützte Produktentwicklung gewinnt bei der Entwicklung und Auslegung von Regelungen, Maschinen und Anlagen eine immer größere Bedeutung. Die Entwicklung in den letzten Jahren wurde immer mehr beschleunigt und forciert, so dass, um mit der Entwicklung mithalten zu können, alle in diesen Bereichen Arbeitenden auf diese Verfahren zurückgreifen müssen. Der Fortschritt bei der Verbesserung und dem Ausbau der Entwicklungshilfsmittel für Steuer- und Regelsysteme, die Auswertemöglichkeiten moderner Messverfahren, Messsoftware und Auswertung von Messergebnissen, sowie die Simulation von verfahrenstechnischen Prozessen erfordert immer leistungsfähigere Rechner. Seit der Einführung der ersten Rechner für die Simulation und Auswertung sowie erster Schnittstellen zwischen Anlagen und Computern für die Messung und Steuerung von Anlagen, haben die eingesetzten Rechner und Schnittstellen eine rapide Entwicklung und Wandel erfahren. Wurden bis vor einigen Jahren noch für die Simulation und Messwertauswertung unix-basierte Rechner eingesetzt, so werden heute windows-basierte Systeme für solche Aufgaben eingesetzt. Wurde der Regler- und Steuerungsentwurf vor einigen Jahren noch mittels Analogrechnern aufwendig geprüft und auf Unix-Systemen simuliert, so können heute Regler und Steuerungen im Rechner entworfen werden und mit geeigneter Soft- und Hardware als Regler programmiert werden. Die so entworfenen Regler können dann online im Regelsystem getestet und modifiziert werden. Aus diesen Gründen wurde eine kommerzielle und in vielen Firmen und Instituten bereits heute eingesetzte Software und Hardware beschafft, die diese Probleme löst und eine handhabbare Oberfläche bietet.

Eine moderne Ausbildung von Studierenden aus ingenieurwissenschaftlichen Fachrichtungen erfordert in allen Studiengängen auch Kenntnisse in den oben beschriebenen Bereichen. Der CIP-Pool soll Lücken bei der Ausbildung im Bereich der softwaregestützten Produktenentwicklung in den Fachgebieten Anlagenplanung, Regelungstechnik, Elektrotechnik, Bauteilentwicklung und -gestaltung schließen und eine Ausbildung der Studierenden auf hohem Niveau ermöglichen.

**Ausbildung im
CIP-Pool – Soft-
waregestützte
Systementwicklung:**

Die Ausbildung im CIP-Pool umfasst Durchführung von Übungen und Praktika in den Bereichen Regelungstechnik, Elektrotechnik, Maschinenbau, und Verfahrenstechnik im Rahmen der Grund- und Fachausbildung der Studenten. Die Zielsetzung für die Ausbildung im CIP-Pool ist die Durchführung von vorlesungsbegleitenden Übungen, die die Lehrinhalte an praktischen Beispielen vertiefen sollen. Des Weiteren sollen Praktika mit aktueller Soft- und Hardware zur Entwicklung und Auslegung von Reglern, Maschinen, Bauteilen und Anlagen durchgeführt werden. Ein willkommener Nebeneffekt ist dabei das Erlernen des Umgangs mit moderner Simulations- und Messwertverarbeitungs-Software, die sich auch im industriellen Einsatz befindet und somit die Studenten optimal auf eine spätere Tätigkeit in der Industrie vorbereitet. Neben den erwähnten Übungen sollen von den Studenten auch Praktikums- bzw. Versuchsauswertungen mit moderner Datenverarbeitungssoftware erstellt werden.

Die Ausbildungsmaßnahmen und Praktika, die im CIP-Pool durchgeführt werden, lassen sich entsprechend der Lehrgebiete, der im hinteren Teil des Feldgrabengebietes angesiedelten Institute, untergliedern in: regelungstechnische, elektrotechnische, messtechnische und verfahrenstechnische Experimente. Hier wird nur auf die Bereiche des **IEE** eingegangen.

Im Bereich der elektrotechnischen Experimente sind Simulationsübungen und eine praktikumsbegleitende Versuchsauswertung geplant. Es sollen die theoretischen Grundlagen der Vorlesungen und Praktika in Übungen vertieft werden. Des weiteren sollen für die fachgerechte Auswertung von Experimenten die benötigten Hilfsmittel und Auswertesoftware zur Verfügung gestellt und die Studenten in die wissenschaftliche Versuchsauswertung eingeführt werden.

Als Simulationsübungen sind Simulationen mit dem Softwaretool MATLAB®/ SimuLink® begleitend zu Vorlesungen vorgesehen.

- Simulation von Regelungen in der elektrischen Antriebstechnik
- Simulation von Regelungen in der Energieelektronik

Für die Durchführung, Auswertung und Protokollierung aller Praktika im Bereich der elektrischen Energietechnik sollen die benötigten Softwarehilfsmittel zur Verfügung gestellt werden.

Hard- und Software- Um Simulationsergebnisse beim Reglerentwurf schnell in Anwen-
Ausstattung: dungen verifizieren zu können, werden geeignete Schnittstellen benötigt, die einerseits voll in die Simulationsumgebung integriert sind und andererseits den Echtzeitbedingungen der Anwendungen gerecht zu werden. Für diese Aufgaben gibt es ein in der Industrie zunehmend eingesetztes Rapid-Prototyping System der Firma dSPACE, welches über einen digitalen Signalprozessor (DSP) zur Ausführung der Regelalgorithmen in Echtzeit, über Analog-Digital-, Digital-Analog-Wandler und digitale Ein-/Ausgabekanäle verfügt. Durch die zugehörige Treibersoftware wird eine vollständige Integration in die Simulationssoftware MATLAB®/ SimuLink® gewährleistet, so dass besonders im Übungs- und Praktikumsbetrieb keine Zeitverluste durch Einarbeitung in Spezialsoftware entstehen.

Da sich nicht alle Anwendungsgebiete des CIP-Pools auf die Ankopplung realer Prozesse beziehen, sondern ein Großteil der Arbeiten reine Softwarearbeiten wie Simulation und Auswertung darstellen, werden nicht für alle Arbeitsplätze Rapid-Prototyping Systeme benötigt. 10 Systeme sind ausreichend, um in Übungen und Praktika Gruppen mit bis zu 20 Studenten zu versorgen.

Die Struktur des CIP-Pools zeigt das Bild 1.

URL:

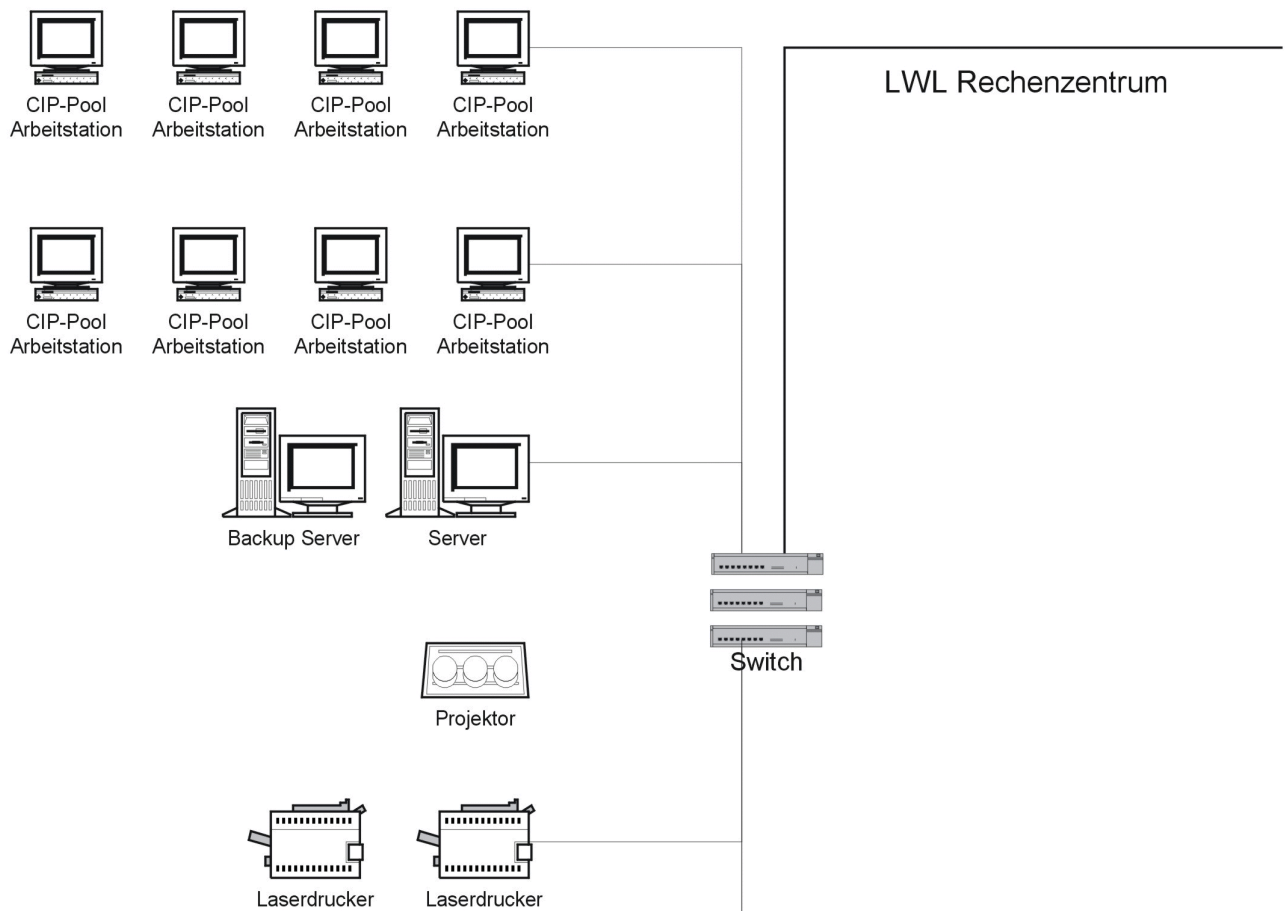
<http://www.iee.tu-clausthal.de/CIP>

Bearbeiter: Dipl.-Ing. Arnuphap Dowrueng (Tel: 72-3597)
dowrueng@iee.tu-clausthal.de

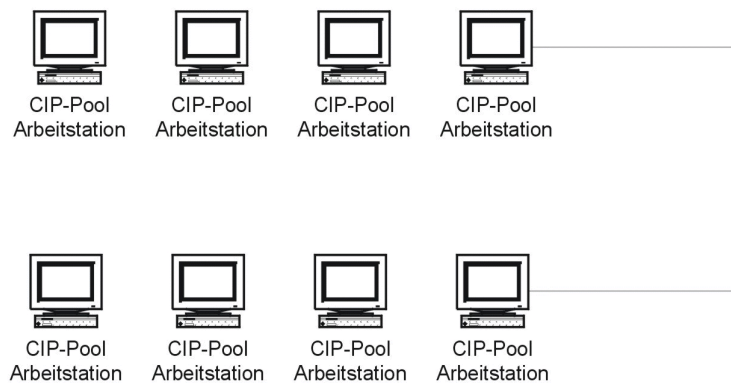
Dr.-Ing. Dirk Turschner (Tel.: 72-2592)
turschner@iee.tu-clausthal.de

CIP-Pool-Softwaregestützte Systementwicklung

IMAB



IEI / IEE



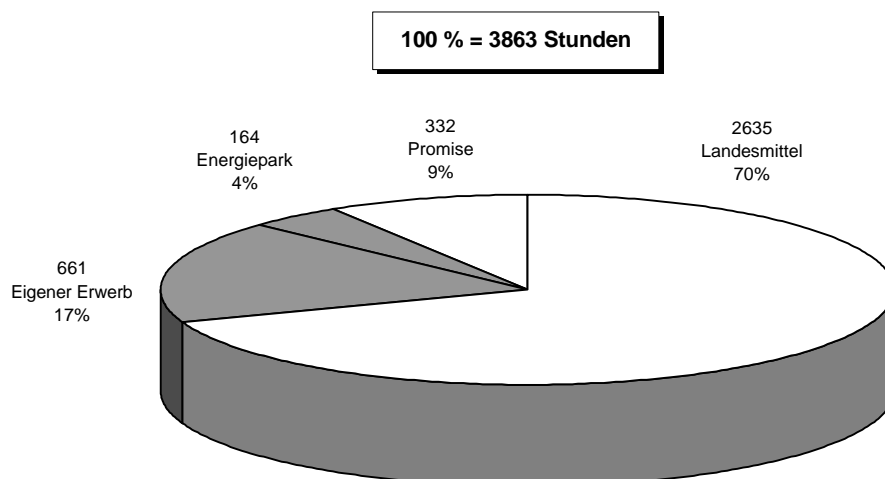
Institut für Elektrische Energietechnik

Ressourcen des Institutes

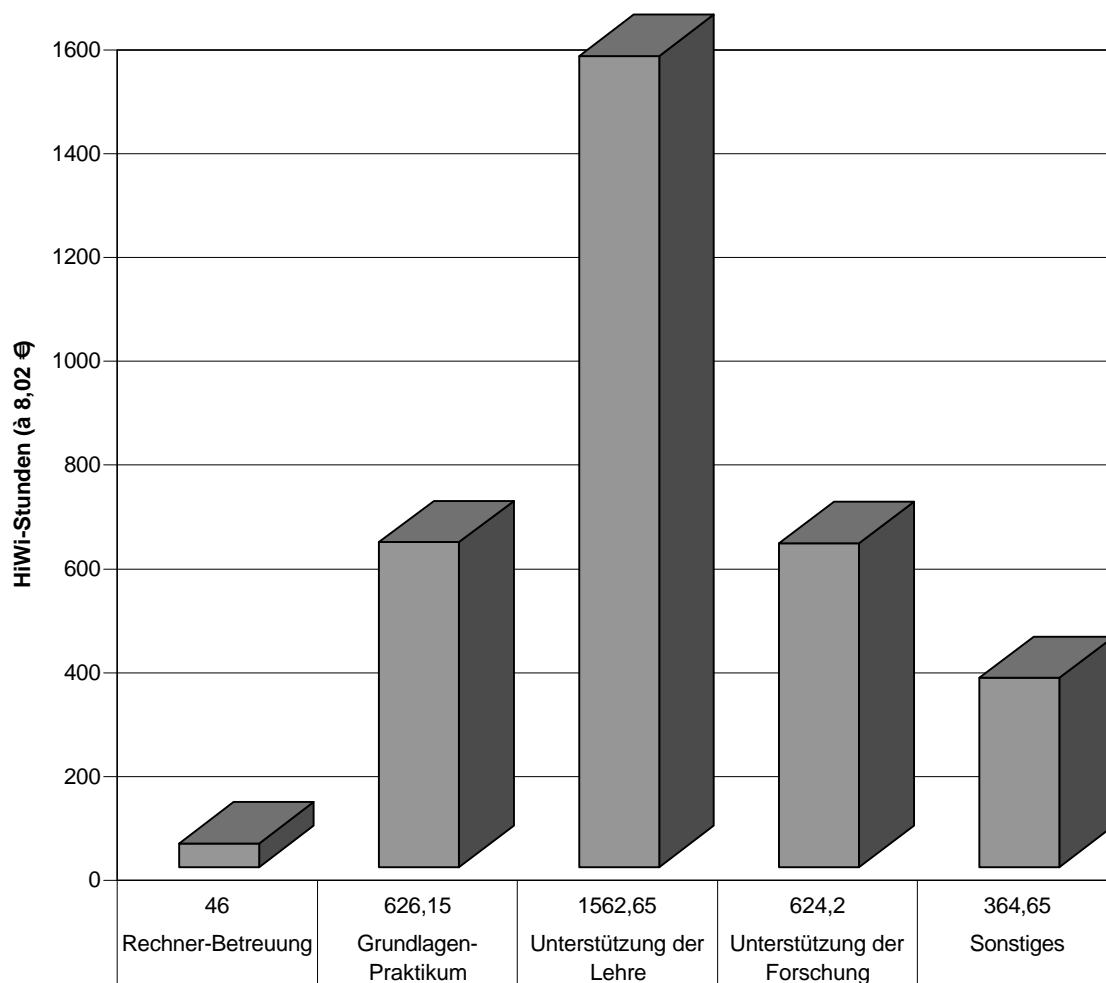
●	Verfügbare Gebäudefläche	1670 m ²
	-Bürofläche	826 m ²
	-Labor-/Prüffeldfläche	794 m ²
	-Drittmittelhalle	100 m ²
●	Mitarbeiter	
	-wissenschaftliches Personal	15
	-techn.-/Verwaltungsangestellte	12
	-Lehrbeauftragte / Gastwissenschaftler	9 / 1
	-Wissenschaftliche Hilfskräfte	28
	-externe Doktoranden	7
		<hr/>
		72

- Prüffeld mit
 - Maschinen-/Antriebslabor
 - Energieelektroniklabor
 - Hochspannungs-/Energieanlagenlabor
 - Prüfstände für Walzwerks-, Bahn- /Schredder-Antriebe mit Umrichter
 - Batterie-Prüfstand mit Impulslade / -entladegerät und Impedanzspektrometer
 - Prüfstand für hydrodynamische Kupplung
 - Schleudergrube
 - Brennstoffzellen-Versuchseinrichtung
- Energiekonditionierungsanlage (60 kVA, AMOEVES)
- Prozeßrechner-/Simulationstechniklabor: Windows - NT - Workstations, UNIX - Workstations, Digitale Signalprozessor - Einschübe, CIP-Pool, WAP-Rechner
- MATLAB-Simulink, SABER, PSPICE etc.
- 8 Digitale Signalprozessoreinheiten (Einschübe im PC)

Mittel für studentische Hilfskräfte in 2002



Einsatz studentischer Hilfskräfte 2002



Junge Alleskönner mit Diplom

Englisch fließend.
Studium kurz. Diplom
top. Viele Praktika und
Auslandserfahrung.
Das verlangen die
Personalchefs von ihren
Bewerbern. Mindestens.

VON WINAND VON PETERSDORFF

Der erfolgreiche Abschluß eines Studiums ist keine Gewähr dafür, daß man einen Job findet. Das wird offenkundig bei Arbeitslosenquoten von zehn Prozent und mehr – etwa unter Anglisten und Germanisten.

Schwerer als früher haben es die Absolventen von Orchideenfächern wie Mediävistik, Ethnologie oder Romanistik. Aus mehreren Gründen. Arbeitsbeschaffungsmaßnahmen, mit denen sich die Kandidaten früher zumindest zeitweise durchs Berufsleben hangeln konnten, werden dramatisch beschnitten.

Zudem: Vor allem die Perspektiven der Absolventen geisteswissenschaftlicher Studiengänge hängen von der Finanzsituation des öffentlichen Sektors ab. Und die ist katastrophal. Allein Lehrer werden noch in nennenswertem Umfang gesucht. Und selbst da macht sich Skepsis breit, ob die öffentlichen Mittel reichen für Kandidaten, die jetzt beginnen und in sieben Jahren auf den Arbeitsmarkt kommen.

Überries: Die Zeiten, in denen Unternehmen Kandidaten mit exotischen Lebensläufen bekommen wollen, scheinen abzuflauen. Beispiel Porsche: „Bei uns kommen 99 Prozent der eingestellten Absolventen aus Ingenieurfächern, den wirtschaftswissenschaftlichen Fakultäten oder aus der Naturwissenschaft“, sagt der Leiter des Personalmarketings, Martin Meyer.

**Ostdeutsche
Universitäten haben
viel zu bieten: Weniger
Studenten und jüngere
Professoren.**

Bei der Deutschen Bank ist es ähnlich. Die meisten eingestellten Bewerber sind Wirtschaftswissenschaftler. Größere Gruppen bilden Juristen, Ingenieure, EDV-Leute und Mathematiker. Trotzdem betont Ralf Rudolf, Leiter des Hochschulmarketings der Bank: „Wir heißen alle willkommen.“ Selbst die Orchideen. „Wir haben eine Erdbebenforscherin als Trainee eingestellt, die jetzt Kreditrisiken bewertet.“

Die Wahl der richtigen Hochschule ist wichtig. Unternehmen, die jährlich viele Absolventen einstellen, arbeiten mit zehn bis 15 „Target-Universitäten“ zusammen, mit denen sie gute Erfahrungen gemacht haben. Leider verraten sie ihre Adressen ungern. So bleibt den Abiturienten nichts anderes übrig, als an den Hochschulen und besser noch an den Lehrstühlen zu recherchieren. Denn wichtiger noch als die Hochschuladresse sind den Arbeitgebern der Professor und dessen Praxisbezug, sagt der Deutsche-Bank-Manager Rudolf.

Eine Daumenregel verrät die Wirtschaftsprüfungsgesellschaft KPMG: Dort, wo die Unternehmen Dozenten für Seminare stellen, sind die Chancen besser, früh Kontakt und einen Fuß in die Tür des potentiellen Arbeitgebers zu bekommen.

In manchen Fächern stellt sich die Frage, ob das Studium an einer privaten Hochschule die Chancen verbessert. Die Antwort: nicht unbedingt. „Die guten Absolventen etwa der öffentlichen Universität

Mannheim und der privaten European Business School sind auf gleicher Augenhöhe“, sagt Rudolf. Der Unterschied sind rund 5350 Euro Studiengebühr. Andererseits bemühen sich gerade die privaten Hochschulen um regelmäßige Kontakte zur Praxis, um ein zügiges Studium und um ein zahlenmäßig günstiges Verhältnis zwischen Dozent und Studenten.

In dieser Hinsicht haben allerdings auch ostdeutsche Universitäten viel zu bieten, wie etwa die Hochschulrankings des „Centrums für Hochschulentwicklung“ (CHE) belegen. Die Hochschulen dort haben jüngere Professoren, die Institute sind häufig moderner ausgestattet als die im Westen, und es gibt weniger Studenten pro Lehrkraft. Deshalb kann dort oft schneller studiert werden als im Westen.

Der Nachweis eines zügigen Studiums ist ein wichtiges Kriterium bei der Einstellung. Deshalb registrieren auch die Personalverantwortlichen in den Unternehmen, Behörden und Instituten die gute Qualität ostdeutscher Universitäten und Fachhochschulen.

Ein psychologisches Moment sollte man allerdings nicht gering-schätzen: Der Arbeitgeber, der seine akademischen Meriten in Aachen, Freiburg oder Köln erwarb, wird diese Hochschulen hochhalten gegenüber der ihm weniger vertrauten Bergakademie Freiberg oder der Universität Greifswald.

Vor allem die großen Arbeitgeber verlangen von den Kandidaten einen Lebenslauf, der sie auch ins Ausland geführt hat. Englische Sprachkenntnisse sind für viele Arbeitgeber eine Selbstverständlichkeit. Und sie werden bei Einstellungsgesprächen auch geprüft, bestätigt Bank-Manager Rudolf. Auslandspraktika sind erwünscht, so wie praktische Erfahrungen allgemein positiv bewertet werden. Eine Lehre nützt, heißt es sowohl bei Porsche als auch bei der Deutschen Bank. Auch wenn man dann mit jüngeren Absolventen, die nie Lehrling waren, konkurriert.

Frankfurter
Allgemeine
Sonntagszeitung
15. Juni 2003
Nr. 24

GEWUSST WO

Die besten Universitäten

Betriebswirtschaft

Uni Bayreuth
Uni Eichstätt-Ingolstadt
Europäische Uni Frankfurt (Oder)
TU Bergakademie Freiberg
Uni Greifswald
WHU Koblenz
EBS Oestrich-Winkel
Uni Witten-Herdecke

Humanmedizin

TU Dresden
Uni Greifswald
Uni Jena
Uni Magdeburg
Uni Regensburg

Psychologie

Uni Bamberg
TU Braunschweig
Uni Greifswald
Uni Jena
Uni Potsdam

Politikwissenschaft

TU Chemnitz
Uni Greifswald
Uni Regensburg
Uni Rostock
Uni Trier

Soziologie/Sozialwissenschaft

Uni Bamberg
TU Chemnitz
Uni Freiburg
Uni Konstanz
Uni Trier

Maschinenbau

Uni Bremen
TU Chemnitz
TU Clausthal
TU Dresden
TU Bergakademie Freiberg

TU Ilmenau

Uni Kaiserslautern
Uni Rostock

Informatik

Uni Halle-Wittenberg
Uni Lüneburg
Uni Passau
Uni Saarbrücken
Uni Trier
Uni Ulm

Elektro- und Informationstechnik

TU Chemnitz
TU Dresden
TU Ilmenau
Uni Kiel
Uni Rostock
Uni Siegen
Uni Ulm

Germanistik

Uni Bamberg
TU Chemnitz
Uni Greifswald
Uni Jena
Uni Siegen

Quelle: Centrum für Hochschulentwicklung CHE (www.hochschulranking.de). Es hat seit 1998 insgesamt 100 Universitäten und 149 Fachhochschulen in die Hochschulrangliste einbezogen. An den Befragungen beteiligten sich seither mehr als 130.000 Studenten und 16.000 Professoren. Im CHE gibt es drei Bewertungskategorien: Spitzen-, Mittel- oder Schlussgruppe. Die Unis der Spitzengruppe für die jeweiligen Fächer sind hier aufgelistet. Das Bewertungskriterium: Hier studieren die Studenten schnell, und sie werden gut betreut.